COMUNE DI SAN GIORGIO JONICO (TA)

1° CIRCOLO DIDATTICO "MARIA PIA"

Via IV Novembre - 74027 - San Giorgio Jonico (TA)

Oggetto:

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO DELLA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE, L'INNOVATIVITA' E LA VALORIZZAZIONE DELL'OFFERTA FORMATIVA DELLA STRUTTURA SCOLASTICA

PON FESR 2007 IT16 1 PO004 " Ambienti per l'apprendimento" - Asse II "qualità degli ambienti scolastici" - Obiettivo C

"Incrementare la qualità delle infrastrutture scolastiche, l'ecosostenibilità e la sicurezza degli edifici scolastici; potenziare le strutture per garantire la partecipazione delle persone diversamente abili e quelli finalizzati alla qualità della vita degli studenti"

Progettazione:

Ing. Romano DE PACE

Via Capecelatro n. 9

74121 - Taranto

Tel.: 099/4777530

Fax: 099/9943711

e-mail: romano.depace@gmail.com

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo elaborato:

RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO

Numero Tavola : R.03

CODICI ELABORATO	Commessa	Fase progettuale	Tipo di elaborato	Tipo di documento	Rev.	Foglio	Scala
	R1301	E	--	R	A	01/01	---

Rev.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C					
B					
A	Emissione	31/Maggio/2013	A. Marangi	A. Marangi	R. De Pace

PROGETTISTA	RUP	SINDACO
Dott. Ing. Romano DE PACE ORDINE DEGLI INGEGNERI della Provincia di TARANTO Dott. Ing. DE PACE ROMANO n. 500	Dott. Antonio DI COMITE	Dott. Giorgio GRIMALDI

L'intera o parziale riproduzione del presente documento non può essere eseguita senza il consenso scritto dell'Ing. Romano De Pace

IMPIANTO ELETTRICO

Ing. Romano De Pace
Via Capecelatro n. 9
74121 - Taranto

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica si riferisce alla progettazione esecutiva degli impianti elettrici da realizzare presso i realizzandi locali doccia all'interno della zona palestra del 1° Circolo Didattico Istituto Maria Pia in San Giorgio Jonico (TA) e presso i nuovi bagni nel plesso vecchio dell'Istituto Scolastico.

Inoltre, è prevista l'alimentazione al gruppo di spinta per la riserva idrica antincendio che verrà alimentato da una linea trifase con neutro e PE che partirà immediatamente a valle del punto di consegna ENEL e verrà derivata in idonea morsettiera come indicato negli elaborati grafici. La linea si attesterà su un quadro elettrico dal quale si deriveranno due partenze; una prima trifase senza neutro al gruppo di spinta ed una monofase ai servizi del locale di ricovero del gruppo antincendio.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si richiamano i seguito le principali norme e leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici, puntualmente osservate nell'elaborazione del progetto:

- Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (uso razionale dell'energia e risparmio energetico);
- Legge n. 186 del 1 marzo 1968 (Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiali ed impianti elettrici ed elettronici);
- Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 – GU n. 61 del 12 marzo 2008, in attuazione dell'articolo 11 quaterdecies, comma 13, lettera A della legge n. 248 del 2 dicembre 2005 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione di impianti all'interno di edifici – nuovo decreto che sostituisce la legge n. 46/90 ed il D. P. R. n. 447/91;
- D. Lgs. N. 163 del 12 aprile 2006 e D. P. R. n. 554 del 21/12/1999 e successive modificazioni ed integrazioni (Codice dei Contratti Pubblici e Regolamento di Attuazione della Legge n. 109/1994);
- Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia, ad eccezione degli articoli 2, 3, 5, 6 e 7, abrogati dal D. Lgs. n. 81/2008;
- D. Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 (S. O. n. 108 alla G. U. n. 101 del 30 aprile 2008): Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123 e ss.mm.ii. in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro;

I fascicoli delle norme del CEI ed in particolare i seguenti:

- Norma CEI 0-2 (guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici).
- Norma CEI 11-1 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Norme generali";
- Norma CEI 11-1, fascicolo 5025, entrata in vigore il 1 maggio 1999 (e variante 11-1; V1, fascicolo n. 5887),

che ha sostituto la vecchia norma CEI 11-1, fascicolo 1003, ed ha accorpato in sé anche la norma 11-8 e la norma 11-18, fascicolo 604, del febbraio 1983 (entrambe queste ultime abolite il 1 aprile 2000).

- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell’energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norme CEI 11-18, fascicolo 604 (Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni);
- Norma CEI 11-25 “Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata”;
- Norma CEI 11-26 “Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito”;
- Norma CEI 11-27, terza edizione del febbraio 2005, fascicolo n. 7522: Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI 11-28 “Guida di applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali di bassa tensione”;
- Norma CEI 11-48 (CEI EN 50110-1), seconda edizione, fascicolo n. 7523 del febbraio 2002 : Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-49 (CEI EN 50110-2), fascicolo n. 4806 del 1998: Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali);
- Norma CEI 12.13 “Apparecchi elettronici e loro accessori, collegati alla rete, per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza”;
- Norma CEI 17-5 “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2 :Interruttori automatici.”;
- Norma CEI 17-11 “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2 :Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate di fusibili”;
- Norme CEI 17-13, fascicolo 542 (Quadri elettrici - ACF per tensioni non superiori a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua);
- Norme CEI 17-13/1, fascicolo n. 1433 (1990) - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT); Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS); Norma CEI-EN 60439-1-A1, fascicolo 2254V (prima variante alla norma CEI 17-13/1);
- Norme CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri per bassa tensione); Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- Norme CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri per bassa tensione); Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD);
- Norme CEI 17-13/4, fascicolo n. 1892 del 1992 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri per bassa tensione); Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC);

- Norma CEI 20-11 “Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia”;
- Norma CEI 20-19 “Caratteristiche tecniche e requisiti dei cavi per energia isolati con gomma”;
- Norma CEI 20-20 “Caratteristiche tecniche e requisiti dei cavi per energia isolati con polivinilcloruro”;
- Norme CEI 20-22, fascicolo 1025 (prova dei cavi non propaganti l’incendio);
- Norme CEI 20-35, fascicolo 688 (Parte I: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale);
- Norme CEI 20-36, fascicolo 689 (prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici);
- Norme CEI 20-37, fascicolo 739 (prove sui gas emessi durante la combustione);
- Norme CEI 20-38, fascicolo 1026 (Cavi isolati con gomma non propaganti l’incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte I: Tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1kV);
- Norma CEI 20-40 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”;
- Norma CEI 23-3 “Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari”;
- Norma CEI 23-8 “Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro (PVC) ed accessori”; Norma CEI 23-25 “Tubi per le installazioni elettriche”;
- Norme CEI 23-14, fascicolo 297 (tubi flessibili in PVC e loro accessori);
- Norme CEI 23-18, fascicolo 532 (interruttori differenziali per usi domestici e similari);
- Norme CEI 23-25, fascicolo 1176 (tubi per le installazioni elettriche - Parte I: Prescrizioni generali);
- Norme CEI 23-28, fascicolo 1177 (tubi per le installazioni elettriche - Parte II: norme particolari per tubi);
- Norma CEI 23-31 “Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso porta cavi e porta apparecchi”;
- Norma CEI 23-32 “Sistemi di canale di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso porta cavi e portapparecchi per soffitto e pareti”;
- Norma CEI EN 60947 “Apparecchiatura a bassa tensione”;
- Norme CEI 64-8, (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua) settima edizione nei seguenti fascicoli:
  - CEI 64-8/1, fascicolo 8608: oggetto, scopo e principi fondamentali;
  - CEI 64-8/2, fascicolo 8609: definizioni;
  - CEI 64-8/3, fascicolo 8610: caratteristiche generali;
  - CEI 64-8/4, fascicolo 8611: prescrizioni per la sicurezza;
  - CEI 64-8/5, fascicolo 8612: scelta ed installazione dei componenti elettrici;
  - CEI 64-8/6, fascicolo 8613: verifiche;

  - CEI 64-8/7, fascicolo 8614: ambienti ed applicazioni particolari;
- Norme CEI 64-14 (Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori);
- Norma CEI 70-1 “Grado di protezione degli involucri”;
- Guida CEI 23-51: (Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare);
- Norma CEI 34-21 (Apparecchi di illuminazione- Parte 1: Prescrizioni generali e prove)
- Norma CEI 34-7 del 1986 (Alimentatori di lampade a scarica)
- Norma CEI-UNEL 35024-1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”,
- Norma CEI 103.1 “Impianti telefonici interni”; Certificazione cavi FIMKO;
- Norma CEI EN 62305 “Protezione contro i fulmini”

Per quanto concerne le caratteristiche illuminotecniche degli impianti progettati, si farà riferimento alle seguenti norme UNI:

- Norma UNI 12464-1

Dovranno essere rispettate altresì le norme e tabelle UN.EL., le norme e tabelle UNI, l'elenco aggiornato dei materiali e degli apparecchi ammessi al marchio IMQ, le pubblicazioni IEC, i documenti di armonizzazione (HD) e le norme (EN) europee CENELEC, le pubblicazioni CEI.

3. DATI RELATIVI ALL’ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Per la zona palestra, l’alimentazione al nuovo centralino sarà derivata a valle dell’esistente quadro elettrico; la distribuzione sarà fatta in monofase.

4. TIPOLOGIA DI DISTRIBUZIONE E STATO DEL NEUTRO, TENSIONE NOMINALE E FREQUENZA NOMINALE

La distribuzione elettrica in bassa tensione sarà realizzata con sistema monofase, con cavi unipolari posati in tubazione in PVC rigido serie pesante: lo stato del neutro è atterrato nella cabina elettrica di proprietà dell’ente distributore, configurando un sistema TT.

5. CARATTERISTICHE E QUALITA’ DEI MATERIALE

Al fine di una corretta esecuzione dell'impianto elettrico inteso eseguito a regola d'arte si dovranno installare dei componenti e delle apparecchiature tali da non determinare situazioni di incompatibilità ai fini della sicurezza, uso e garanzia dell'impianto stesso.
Si prescrive quindi l'uso di materiali tuttora in commercio con possibilità di certificazione da parte del costruttore.
Tutti i componenti dovranno presentare le caratteristiche richieste e adatte all'uso destinate, devono inoltre essere conformi alle Norme CEI-UNI e possedere il Marchio IMQ.

6. DESCRIZIONE DEI CARICHI ELETTRICI

COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE E CONTEMPORANEITÀ

Il valore assegnato ai coefficienti di utilizzazione e contemporaneità relativamente ai carichi elettrici è stato scelto in base:

- ai valori riportati in tabelle reperibili in letteratura tecnica;
- a considerazioni relative al tipo di attività ed al ciclo delle lavorazioni;
- a valutazioni derivanti da esperienza;
- a suggerimenti forniti dalle norme CEI.

Per ciò che concerne carichi essenziali, si sono considerati coefficienti di utilizzazione e contemporaneità unitari, per favorire la sicurezza e la disponibilità dell'energia elettrica.

NATURA DEI CARICHI

I carichi elettrici presenti all'interno dell'edificio sono di tipo civile ed essenzialmente costituiti da prese, illuminazione, ascensore, ecc.

Per tutti i carichi presenti, si è considerato il valore del 4% per ciò che concerne la caduta di tensione percentuale: ciò garantisce il perfetto funzionamento delle apparecchiature: allo spunto, si è presa in considerazione una caduta di tensione massima percentuale pari all'8% limitata alle primissime fasi dell'avviamento dei motori.

7. METODOLOGIA DI CALCOLO ELETTRICO

I calcoli elettrici che hanno condotto al dimensionamento dei componenti dell'impianto sono stati svolti in osservanza alle relazioni matematiche citate nella letteratura tecnica e alle indicazioni fornite dalle norme CEI.
Ogni tipo di approssimazione effettuata è stata risolta a favore di sicurezza.

CALCOLO DELLA CORRENTE DI IMPIEGO

La relazione utilizzata per determinare la corrente nominale assorbita dal generico carico è la seguente:

$$I_B = \frac{P_N\ 1000}{c\ V_n \cos \emptyset}$$

in cui:

I_B = corrente di impiego assorbita dal carico elettrico (espressa in A)

V_n = tensione nominale di funzionamento (in V) pari a 240 V per sistemi monofase e 400 V per sistemi trifase;

$\cos \emptyset$ = fattore di potenza a regime del carico elettrico in condizioni nominali;

P_N = potenza elettrica nominale del carico (espressa in kW);

c = fattore dipendente dal tipo di alimentazione (in monofase vale 1, in trifase 1,73).

La relazione scritta in precedenza viene sfruttata per il dimensionamento o la verifica delle condutture elettriche terminali, cioè quelle che alimentano direttamente l'apparecchiatura.

Per il dimensionamento delle dorsali elettriche di alimentazione (e di conseguenza per il dimensionamento dei relativi dispositivi di protezione) si considera una relazione leggermente diversa:

$$I_B = \frac{P_N\ 1000}{c\ V_n \cos \emptyset} \cdot K_c \cdot K_u$$

in cui, oltre ai simboli precedenti, compaiono:

K_c coefficiente di utilizzazione del carico, che tiene conto della potenza elettrica realmente assorbita

K_u coefficiente di contemporaneità del gruppo di carichi allacciati alla stessa dorsale di alimentazione

I due coefficienti utilizzati non assumono valori fissi ma derivano da considerazioni riguardanti il reale utilizzo dell'impianto, il ciclo di lavorazione e l'attività svolta e non ultimo da valutazioni condotte sulla base dell'esperienza come già specificato nel paragrafo ad essi dedicato.

La corrente in base alla quale vengono scelti l'interruttore automatico (o il fusibile) e la conduttura elettrica con esso coordinata, è calcolata rispettando la condizione:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

con

I_B corrente di impiego

I_N corrente nominale dell'interruttore automatico

I_Z portata massima della conduttura elettrica (nelle effettive condizioni di posa)

Il dimensionamento, oltre ai criteri espressi in precedenza, obbedisce anche a criteri dettati dall'esperienza e dal particolare utilizzo dell'impianto elettrico.

In particolare, si sono considerati opportuni margini per future espansioni dell'impianto e per aumenti di potenza installata.

CALCOLO PORTATA DEI CAVI

La portata dei cavi è stata dedotta applicando la tabella CEI UNEL 35024 tenendo in debita considerazione i seguenti dati:

temperatura ambiente pari a 30° K1 = 1;

tipo di posa: in passerelle e in tubo incassato;

posa ravvicinata K2 max = 0,75;

cavi con conduttori di rame isolati in gomma butilica qualità G7 e G10;

tipo di rete equilibrata K3= 1;

rischio di esplosione ininfluente K4= 1;

per ottenere la giusta portata di corrente dei cavi si applica quindi la seguente relazione:

$$I_z = I \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4$$

CADUTA DI TENSIONE

Per il calcolo della caduta di tensione si applica la tabella UNEL 35023-70 inserendo i valori appropriati nella seguente relazione:

$$\Delta V = L \cdot I \cdot K \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

dove:

ΔV = valore in volt della caduta di tensione;

L = lunghezza della linea in m;

I = corrente di impiego della conduttura in A;

K = coefficiente pari a 2 per linee monofasi e 1,73 per linee trifasi;

R = valore della resistenza del cavo in Ω/m;

X = valore della reattanza del cavo in Ω/m;

$\cos\varphi$ = fattore di potenza del circuito in esame.

dalla relazione appena esposta si può calcolare la caduta di tensione percentuale con la seguente formula:

per sistemi monofase:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V \cdot 100}{230}$$

per sistemi trifase:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V \cdot 100}{400}$$

In ogni punto dell'impianto non si dovrà superare una caduta di tensione del 4% in condizioni di funzionamento a regime. Nel caso di avviamento di motori elettrici o carichi induttivi, si potrà derogare da questo limite raggiungendo al massimo un valore pari a 8-12%, compatibilmente con la caratteristica elettrica e meccanica del carico.

Negli impianti di illuminazione, salvo diversa indicazione, si è limitata la caduta di tensione al 4% del valore nominale della tensione di alimentazione.

VERIFICA PROTEZIONE DAL SOVRACCARICO

La verifica della protezione da sovraccarico e per corto circuito al termine della linea è stata effettuata applicando le relazioni dettate dalle norme CEI 64-8/4 art. 433.2 applicando contemporaneamente le condizioni [1] e [2]:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \qquad [1]$$

e

$$I_F \leq 1{,}45\ I_Z \qquad [2]$$

con

If = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione:

Per il valore della If si fa riferimento alle relative norme CEI 17-5 (IEC 947.2), per gli interruttori di uso industriale (scatolati), e alle norme CEI 23-3 (CEI EN 60898), per gli interruttori ad uso civile o similare (modulari).

Il valore della corrente convenzionale di funzionamento per gli interruttori modulari è pari a 1,45 I_N, mentre per gli interruttori di tipo scatolato le norme CEI 17-5 prescrivono un valore di 1,35 I_N per tarature inferiori a 63 A, e 1,25 I_N per tarature superiori; perciò nell'impiego di interruttori scatolati si rende superfluo il controllo della relazione [2].

CALCOLO DELLE SOVRACORRENTI

La presente sezione è dedicata al metodo di calcolo delle sovracorrenti: il metodo seguito è quello indicato nella norma tecnica CEI 11-28 dal momento che, nel caso specifico, si ricade nelle condizioni citate nella norma stessa.

In particolare, un eventuale cortocircuito che potrebbe verificarsi, avviene lontano da qualsiasi tipo di generatore, ed è alimentato da un solo punto essendo la rete di alimentazione BT di tipo radiale puro.

Le condizioni nelle quali si è sviluppato il calcolo, sono le seguenti:

- Valore della tensione di alimentazione costante;
- Impedenza di guasto trascurabile;
- Capacità delle linee ed ammettenze dei componenti trascurabili;
- Il contributo alla corrente di guasto di motori asincroni trascurabile;
- Riscaldamento dei conduttori nullo (e quindi aumento di resistenza nullo).

Le condizioni elencate in precedenza sono conservative e conducono a risultati a favore di sicurezza.

Per individuare le condizioni più gravose cui sono sottoposti i circuiti protetti, si sono calcolate le minime e le massime correnti di cortocircuito che si possono riscontrare nei punti più significativi dell'impianto.

In particolare, il punto più sfavorito nel caso di cortocircuito trifase è certamente costituito dalle sbarre del quadro generale BT, mentre nel caso di guasto monofase si considerano le sbarre di potenza ed anche i punti terminali dei circuiti.

Gli scopi principali dello studio delle condizioni di guasto possono essere così riassunti:

- determinare il potere nominale di interruzione degli interruttori automatici;
- determinare gli sforzi elettrodinamici che si esercitano sulle sbarre e sugli isolatori porta- sbarre ed in generale sui componenti sollecitati;
- stabilire le caratteristiche ed i valori di soglia dei relè di protezione.

Il calcolo delle correnti di corto circuito è stato condotto tramite il metodo dei componenti simmetrici; i circuiti di sequenza diretta, inversa e omopolare di ciascun elemento della rete, collegati tra di loro secondo la configurazione della rete stessa, ne determinano le reti di sequenza.

Nel caso specifico, cui questo elaborato fa riferimento, date le ipotesi fatte in precedenza relativamente ai generatori, si porterà in conto soltanto la impedenza di corto-circuito di sequenza diretta $Z_{(1)}$ e quella di sequenza omopolare $Z_{(0)}$.

La corrente di corto-circuito nel punto di guasto, F, è stata determinata ricorrendo ad una sorgente equivalente di tensione di valore:

$$V_F = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3}}$$

con:

c = fattore di tensione

U_N = valore della tensione nominale del sistema

Si suppone che la tensione V_F sia l'unica tensione ad alimentare il guasto.

Date queste condizioni, la normativa suggerisce per le correnti di corto-circuito, i seguenti valori:

Corrente iniziale simmetrica di corto-circuito

$$I''_K = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K}$$

Corrente di cresta di corto-circuito

$$I_P = k \cdot \sqrt{2} \cdot I''_K$$

Corrente permanente di corto-circuito

$$I_K = I_K''$$

Corrente di corto-circuito monofase a terra

$$\mathrm{I_{K1}''} = \frac{\sqrt{3} \cdot \mathrm{c} \cdot \mathrm{U_N}}{\left|2 \cdot \mathrm{Z_{(1)}} + \mathrm{Z_{(0)}}\right|}$$

Con:

$\mathrm{Z_K}$	=	impedenza di cortocircuito (valutata secondo la norma CEI 11-28);
$\mathrm{Z_{(1)}}$	=	impedenza di cortocircuito di sequenza diretta;
$\mathrm{Z_{(0)}}$	=	impedenza di cortocircuito di sequenza omopolare;
$\mathrm{U_N}$	=	tensione nominale;
k	=	termine che tiene conto della natura del circuito (valore tabellato).

La rappresentazione ed i parametri tipici dei componenti elettrici del sistema sono state valutati rispettando le relazioni matematiche e di calcolo indicate nelle Norme CEI 11-28.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Viene definito contatto diretto il contatto con parti che sono normalmente in tensione. I sistemi di protezione contro i contatti diretti sono del tipo passivo, cioè tendono ad impedire il contatto con la parte in tensione.

Tali protezioni vengono realizzate mediante (RIF. CEI 64-8):

- isolamento delle parti attive (le parti attive saranno protette da isolamento in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici a cui può essere sottoposto durante il funzionamento normale). La conformità è verificata mediante prove specifiche descritte nelle norme relative di ogni singolo prodotto.
- involucri o barriere (nel caso in cui le parti attive debbano essere accessibili per manutenzione o altro la protezione da contatti diretti deve essere effettuata su involucri o barriere che devono assicurare un grado di protezione IP 2x (dito di prova), IP4x (filo da 1 mm²) se a portata di mano. Nel caso in cui le barriere o gli involucri debbano essere rimossi, questa operazione dovrà essere possibile solo a mezzo di un attrezzo.

La protezione parziale verrà realizzata mediante ostacoli in modo tale da evitare l'avvicinamento non intenzionale alle parti attive; la protezione addizionale ammessa è costituita dall'utilizzo di differenziali con correnti di intervento non superiori a 30mA.

L'utilizzo del differenziale non dispensa dall'applicazione di una delle misure sopra specificate. E' importante sottolineare che il differenziale non assicura una protezione totale dai contatti diretti, perché il tempo d'intervento, per correnti troppo alte o troppo basse rispetto alla nominale è superiore al tempo di sopportabilità del corpo umano.

In alcuni casi di contatto diretto il differenziale può non intervenire in quanto si possono non avere dispersioni di corrente verso terra, ad esempio in caso di contatto contemporaneo con due parti con diverso potenziale.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEL SISTEMA TT

La protezione contro i contatti indiretti con conduttore di protezione distribuito separatamente dal conduttore di neutro, sarà attuata mediante il coordinamento degli organi di protezione con l'impianto di terra, (al fine di garantire l'interruzione del circuito guasto a terra se il valore della tensione di contatto limite assume il valore pericoloso prefissato), a cui verranno collegate le masse dell'impianto utilizzatore, le masse estranee e le tubazioni metalliche esistenti (equipotenzialità).

Il coordinamento suddetto sarà ottenuto rispettando la seguente formula:

$$R_t \leq \frac{V}{I}$$

con:

R_t = valore in Ω della resistenza dell'impianto di terra;

V = valore in V della tensione di contatto limite (50 V);

I = valore (il più elevato) in A della corrente d'intervento del dispositivo di protezione (Idn = 0.03 A).

Il collegamento a terra delle masse e delle masse estranee verrà eseguito installando i componenti dell'impianto di terra di seguito indicati:

- collettore di terra
- collegamenti equipotenziali (EQP) alle tubazioni metalliche dell'acqua da effettuare nei locali adibiti a WC realizzati con cavo unipolare in rame di sezione idonea
- conduttore di protezione (PE) per il collegamento tra il collettore generale, quello interno al quadro e la struttura del quadro stesso, costituito da un cavo unipolare in rame di sezione idonea.

Gli altri conduttori di protezione, per il collegamento a terra delle masse e dei poli di terra delle prese, partiranno dal collettore del quadro generale e saranno costituiti dalle anime giallo-verdi dei cavi di alimentazione ed avranno sezione uguale a quella dei conduttori attivi.

CALCOLO DELL'ENERGIA SPECIFICA PASSANTE

Tutte le correnti provocate da un cortocircuito, che si presenti in un punto qualsiasi del circuito elettrico, devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Ciò equivale a limitare il valore dell'energia specifica passante in una data sezione dell'impianto; la relazione che quantifica l'energia specifica passante è:

$$I^2 \cdot t$$

in cui:

I = corrente di cortocircuito in valore efficace

t = tempo di permanenza del guasto, in secondi

Per ogni punto dell'impianto i dispositivi di protezione sono stati scelti in modo tale che sussista la seguente diseguaglianza:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

in cui:

- K è un parametro dipendente dall'isolamento dei conduttori i cui valori sono riportati nella normativa CEI;
- S è la sezione del conduttore, in mmq.

La relazione precedente si applica ai casi in cui il corto-circuito permanga per tempi maggiori di un decimo di secondo: nel caso di corto-circuiti aventi durata più breve, si è considerato il valore dell'energia specifica passante fornito direttamente dal fabbricante del dispositivo di protezione.

L'adozione di dispositivi differenziali rende sostanzialmente sempre verificata la resistenza a corto circuito delle condutture elettriche.

In definitiva, la norma CEI 64-8/4, alla sez. 434, prescrive che ogni dispositivo di protezione contro i corto circuiti deve rispondere alle due seguenti condizioni:

1 - il potere d'interruzione non deve essere inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione:

$$Pdi \geq Icc$$

con

Pdi potere di interruzione dell'interruttore

Icc corrente di corto circuito nel punto di installazione);

2 - deve essere in grado di interrompere il corto circuito in un tempo tale da evitare al conduttore il funzionamento a temperature elevate ($t \leq 5$ sec);

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Il calcolo preliminare del numero di apparecchi necessari a garantire i livelli di illuminamento medi mantenuti (Em) indicati dalla norma EN 12464-1:2002 è stato elaborato impiegando il metodo del flusso totale:

essendo diversa la destinazione degli ambienti da verificare, l'illuminazione è stata scelta in maniera tale da permettere un facile riconoscimento degli oggetti, favorendo l'attività da svolgere, limitando l'insorgere

dell'affaticamento e rendendo chiaramente percepibili le situazioni pericolose che possono verificarsi all'interno delle strutture.

Si è utilizzata la formula del "metodo del flusso totale":

$$N = \frac{E \cdot a \cdot b}{\emptyset \cdot U \cdot M}$$

con:

E = illuminamento medio in esercizio

a = lunghezza del locale in m

b = larghezza del locale in metri

Ø = flusso luminoso emesso dal singolo apparecchio di illuminazione (lm)

M = fattore di manutenzione

U= fattore di utilizzazione

Di seguito, a seconda della destinazione dei locali, si è calcolato il numero minimo di corpi illuminanti necessari per ottenere un assegnato livello medio di illuminamento .

Per il calcolo del fattore di utilizzazione U si è calcolato l'indice k del locale pari a:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

dove

a = lunghezza del locale in m

b = larghezza del locale in metri

h = altezza degli apparecchi di illuminazione sul piano di lavoro (m)

E' stato utilizzato per la verifica dei calcoli, idoneo programma di progettazione illuminotecnica quale il DIALUX i cui risultati sono riportati in calce alla presente.

Per la scelta dei corpi illuminanti, si è prestata estrema cura nella scelta degli apparecchi di illuminazione, sia sotto il profilo illuminotecnico che sotto gli aspetti di resistenza meccanica e di durabilità.

Dal punto di vista illuminotecnico si sono scelti gruppi ottici che modificano in modo ottimale la distribuzione del flusso luminoso ottimizzandone il rendimento.

Gli apparecchi scelti sono stati esaminati anche in relazione alla loro resistenza contro gli agenti atmosferici (come polvere ed acqua) ed alla penetrazione dei liquidi, con particolare riferimento per quelli ubicati all'esterno.

L'oculata scelta delle apparecchiature di illuminazione garantisce un duplice vantaggio: da un lato, una ottimale resa luminosa e dall'altro un risparmio dei costi di esercizio e di manutenzione.

8. APPARECCHIATURE DI DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA IN BASSA TENSIONE

QUADRI ELETTRICI

Per i nuovi bagni nella zona palestra, la distribuzione elettrica è di tipo radiale, in modo da consentire un miglior livello di selettività dell'intervento degli interruttori ed evitare il fenomeno dell'intervento in "cascata" delle protezioni.

Le dimensioni sono state stabilite in funzione delle apparecchiature che troveranno alloggio all'interno del quadro stesso, considerando un ragionevole margine per futuri ampliamenti e tenendo in debito conto lo spazio interno occupato dai cavi, dalle sbarre di potenza e dalle morsettiere: si è considerato uno spazio libero a disposizione di future espansioni pari a circa il 30% dello spazio totale del quadro.

I centralini di zona ed i vari sottoquadri presenti sono invece costituiti da contenitori in PVC a 24moduli, installati ad incasso, dotati di interruttori automatici.

INTERRUTTORI AUTOMATICI DI BASSA TENSIONE

Gli interruttori automatici previsti sono stati scelti facendo riferimento alla corrente nominale che essi sono chiamati a condurre in condizioni normali (calcolata secondo le relazioni mostrate in precedenza) ed alla corrente di corto-circuito che, in condizioni di guasto, sono chiamati ad interrompere.

Gli interruttori posti a protezione delle dorsali di alimentazione sono stati scelti anche sulla base della selettività che essi hanno nei confronti dei dispositivi a valle: in questo caso, l'interruttore stesso è stato scelto anche considerando la corrente di breve durata che esso è capace di condurre in caso di guasto, legata al punto di installazione.

La tensione nominale degli interruttori è pari a 690 V.

CAVIDOTTI

I cavidotti elettrici e le tubazioni di canalizzazione sono stati scelti in base al diametro esterno dei cavi elettrici in essi contenuti: la prescrizione normativa cui si è ottemperato prevede che il diametro interno del cavidotto circolare sia pari ad 1,3 volte il diametro complessivo del cerchio circoscritto al fascio di cavi posato.

CONDUTTURE

Tutte le condutture saranno posate in impianto in tubazione circolare in PVC rigido posato a vista con grado di protezione IP55.

Le condutture sono state scelte in accordo alle prescrizioni della Sezione 751 della Norma CEI 64-8/7 in modo da ridurre al minimo la probabilità di innesco e propagazione dell'incendio nelle condizioni di posa.

Il dimensionamento dei cavi è stato effettuato in base alla corrente di impiego a cui sono stati destinati con un certo margine di sicurezza e senza mai superare i valori delle portate di corrente ammesse, indicate nelle tabelle CEI-UNEL 35024-70.
I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e di protezione, saranno contraddistinti rispettivamente ed in modo esclusivo, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio e marrone.
I conduttori che costituiscono gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.
La protezione contro i sovraccarichi sarà effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/433.

Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00712, 00722, 00724, 00726, 00727 e CEI EN 50334. In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone; le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW.

Sezione minima dei conduttori neutri

la sezione del conduttore di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. In circuiti polifasi con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm2 se in alluminio, la sezione del conduttore di neutro potrà essere inferiore a quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 della norma CEI 64-8/5.

sezione dei conduttori di terra e protezione

la sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, se costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dall'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5.

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm^2)	**Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm^2)**
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione (in accordo all'art. 543.1 CEI 64-8/5) con i minimi di seguito indicati tratti dall'art. 542.3.1 della norma CEI 64-8/5:

Sezione minima (mm^2):

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (CU) 16 (FE)
- non protetto contro la corrosione 25 (CU) 50 (FE)

POSA DEI CAVI

I cavi saranno posati entro tubi in PVC rigido serie pesante posata a vista avente grado di protezione IP55.

Lungo la tubazione saranno predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni dei centri luminosi o dei cambi di direzione, in modo da facilitarne la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per riparazioni o ampliamenti.

Le giunzioni dei conduttori saranno eseguite nelle cassette di derivazione con impiego di opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette saranno costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurvi corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire ottima resistenza agli urti, buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

IMPIANTO DI FORZA MOTRICE

L'impianto di forza motrice è costituito, principalmente, dai punti presa di corrente all'interno dei locali bagni oltre a punti di allaccio di asciugamani elettrici e di alimentazione boyler.

Completeranno l'impianto di distribuzione F.M. interno:

- i gruppi di segnalazione ottico-acustica per i servizi destinati ai disabili, con relativo pulsante a tirante in

prossimita della tazza del WC (ove previsti);

IMPIANTO DI TERRA

La corretta realizzazione dell'impianto di terra è fondamentale per la sicurezza degli operatori che usano apparecchiature elettriche.

Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprenderà:

- il dispersore di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra;

il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili.

In base alla norma CEI 64-8, dato che il sistema di distribuzione è di categoria I ed è di tipo TT. l'impianto utilizzatore avrà un impianto di terra dedicato (il nuovo impianto di terra si attesterà su quello esistente), cui saranno collegate sia le messe a terra di protezione che quelle di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori .

9. PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LOCALI DA BAGNO

DIVISIONE IN ZONE E APPARECCHI AMMESSI

I locali da bagno verranno suddivisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono regole particolari:

zona 0 - E' il volume della vasca o del piatto doccia: non saranno ammessi apparecchi elettrici, come scalda-acqua ad immersione, illuminazioni sommerse o simili;

zona 1 - E' il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: saranno ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) e gli interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. e 30 V in c.c. con la sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0,1 e 2;

zona 2 - E' il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: saranno ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminanti dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 dovranno essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado protezione IPx4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non dovranno

esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; potranno installarsi pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture dovranno essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e dovranno essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (per esempio con lo scaldabagno) dovranno essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;

zona 3 - E' il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): saranno ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IPx1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso IPx5 quando sia previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione degli utilizzatori e dispositivi di comando dovrà essere protetta da interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione ecc.).

COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE NEI LOCALI DA BAGNO

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale) è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione; in particolare per le tubazioni metalliche è sufficiente che le stesse siano collegate con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni dovranno essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8/1 ÷ 7; in particolare dovranno essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Dovranno essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento non andrà eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres. Il collegamento equipotenziale dovrà raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dove sia installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

E' vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori dovranno essere rispettare le seguenti sezioni minime:

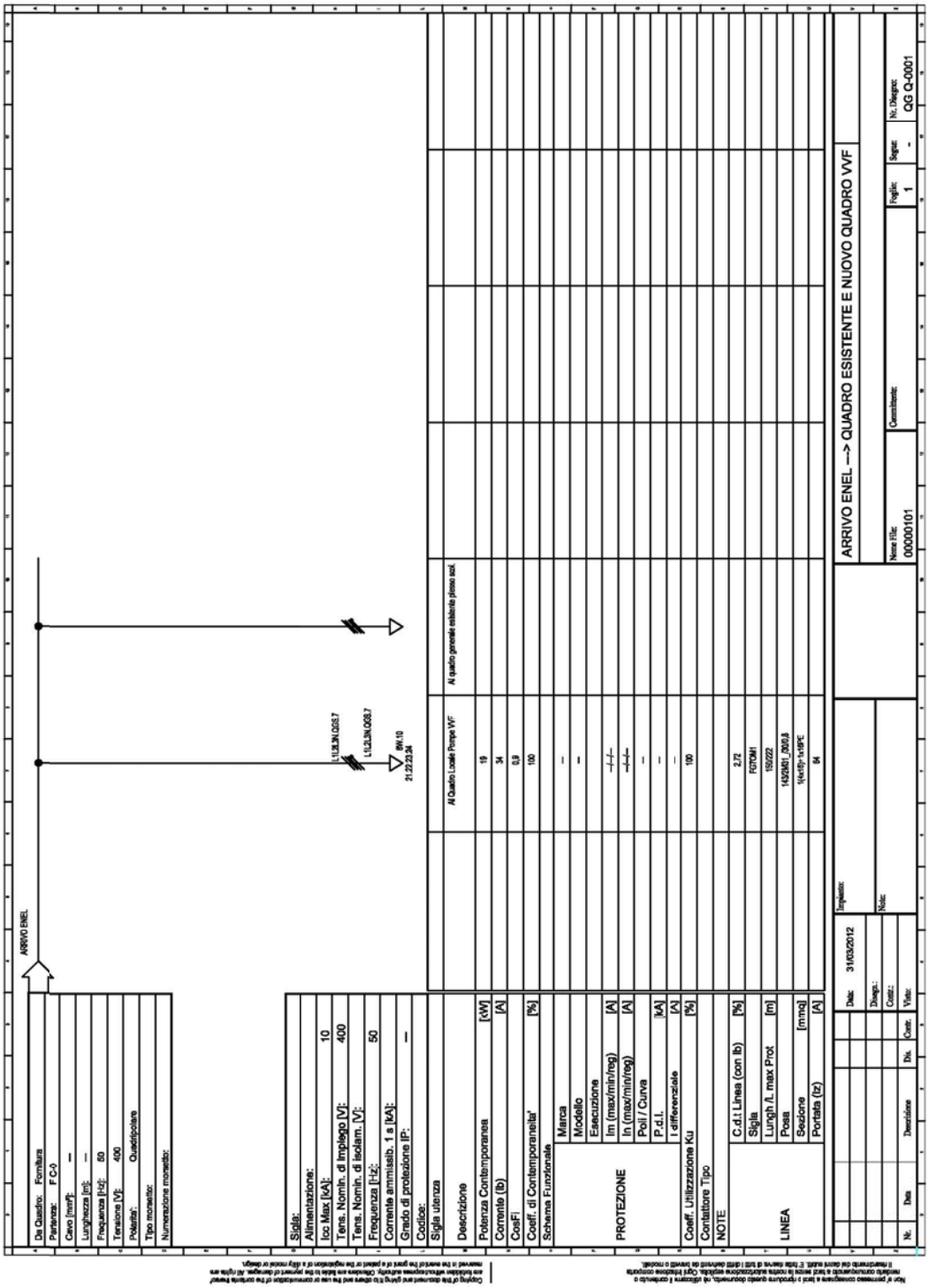
- 2,5 mm² (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm² (rame) per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

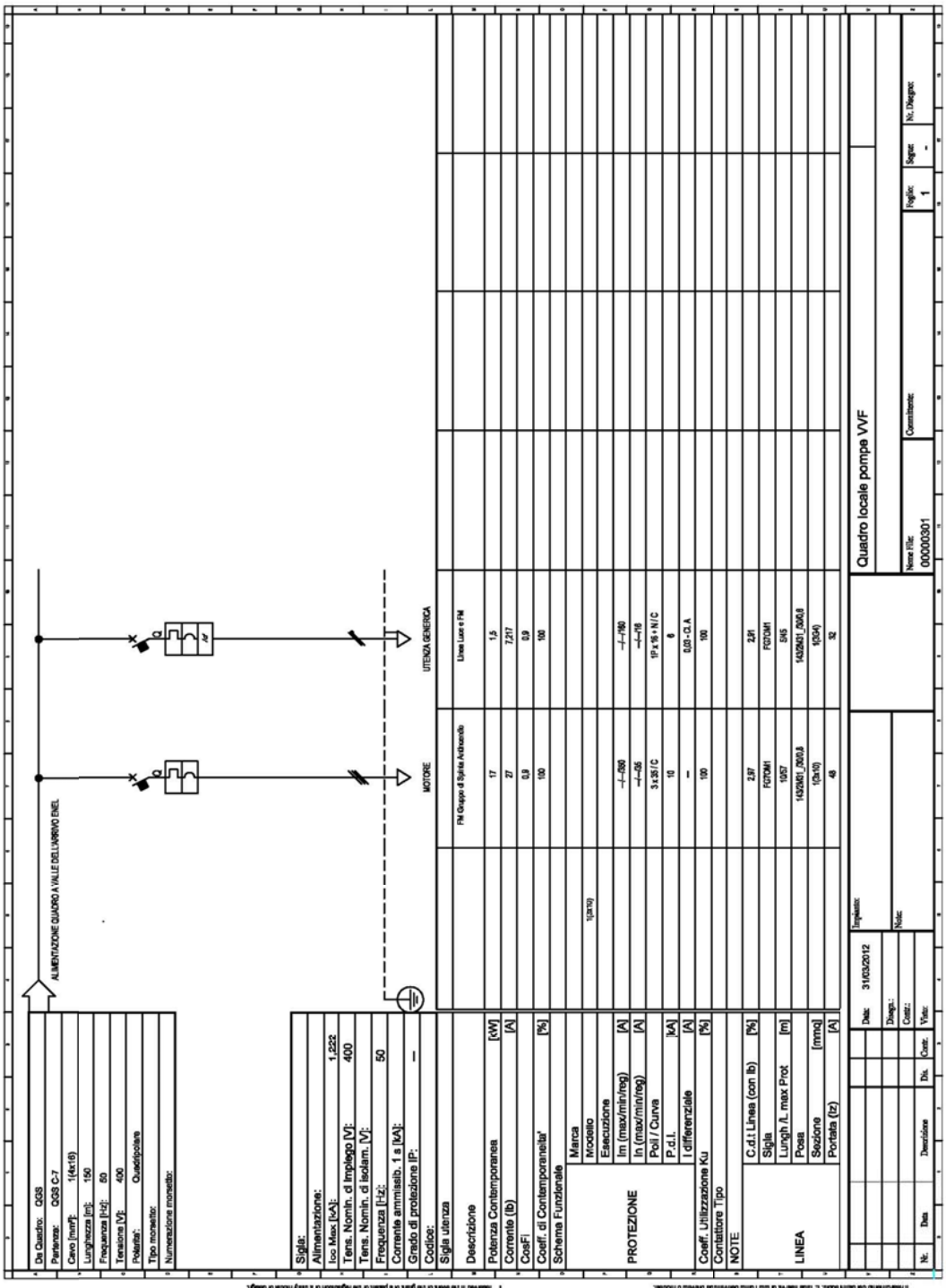
ALIMENTAZIONE NEI LOCALI DA BAGNO

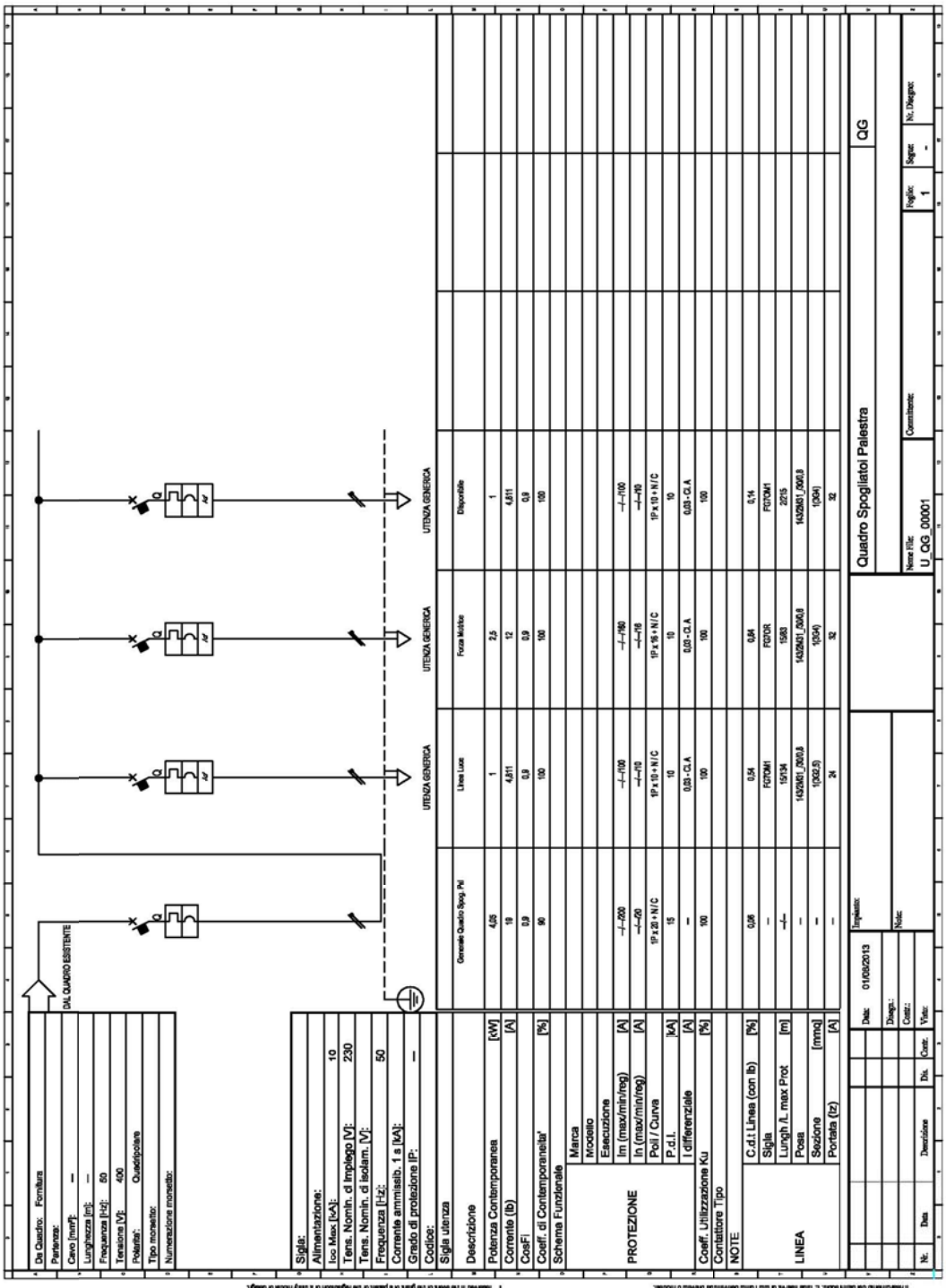
Potrà essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali).
Ove esistano 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti dovranno estendersi ai locali da bagno.
La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità potrà essere affidata all'interruttore differenziale generale (purché questo sia del tipo ad alta sensibilità) o ad un differenziale locale, che potrà servire anche per diversi bagni attigui.

CONDUTTURE ELETTRICHE NEI LOCALI DA BAGNO

Dovranno essere usati cavi isolati in classe II nelle zone 1 e 2 in tubo in PVC rigido serie pesante posato a vista.
Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, dovrà essere prolungato per coprire il tratto esterno oppure dovrà essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa cordone.


ARRIVO ENEL
ARRIVO ENEL ---> QUADRO ESISTENTE E NUOVO QUADRO VVF
Nome File: 00000101
Foglio: 1
Segue: -
No. Disegno: QG Q-0001
Data: 31/03/2012
Da Quadro: Fornitura
Partenza: F.C-D
Cavo [mm²]: —
Lunghezza [m]: —
Frequenza [Hz]: 50
Tensione [V]: 400
Polarità: Quadripolare
Tipo morsetto:
Numerazione morsetto:
Sigla:
Alimentazione:
Icc Max [kA]: 10
Tens. Nomin. di Impiego [V]: 400
Tens. Nomin. di Isolam. [V]:
Frequenza [Hz]: 50
Corrente ammissib. 1 s [kA]:
Grado di protezione IP: —
Codice:
Sigla utenza
Descrizione
Al Quadro Locale Pompe VVF
Al quadro generale esistente piano sott.
Potenza Contemporanea [kW]
Corrente (Ib) [A]
CosFi
Coeff. di Contemporanita' [%]
Schema Funzionale
PROTEZIONE
Marca
Modello
Esecuzione
Im (max/min/reg) [A]
In (max/min/reg) [A]
Poli / Curva
P.d.I. [kA]
I differenziale [A]
Coeff. Utilizzazione Ku [%]
Contattore Tipo
NOTE
LINEA
C.d.t Linea (con Ib) [%]
Sigla
Lungh /L max Prot [m]
Posa
Sezione [mmq]
Portata (Iz) [A]
19
34
0,9
100
—
—
-/-/-
-/-/-
—
—
100
2,72
FG70M1
150/22
1X50/81_D09,8
1(4x95)+1x95PE
94
L1/L2/L3/N,QG5.7
L1/L2/L3/N,QG8.7
BW.10
21.22.23.24


Da Quadro: QG5
Partenza: QG5 C-7
Cavo [mm²]: 1(4x16)
Lunghezza [m]: 150
Frequenza [Hz]: 50
Tensione [V]: 400
Polarita': Quadripolare
Tipo morsetto:
Numerazione morsetto:
ALIMENTAZIONE QUADRO A VALLE DELL'ARRIVO ENEL
Sigla:
Alimentazione:
Icc Max [kA]: 1,222
Tens. Nomin. di Impiego [V]: 400
Tens. Nomin. di isolam. [V]:
Frequenza [Hz]: 50
Corrente ammissib. 1 s [kA]:
Grado di protezione IP: —
Codice:
Sigla utenza
MOTORE
UTENZA GENERICA
Descrizione
FM Gruppo di Spinta Antincendio
Linea Luce e FM
Potenza Contemporanea [kW] 17 1,5
Corrente (Ib) [A] 27 7,217
CosFi 0,9 0,9
Coeff. di Contemporaneita' [%] 100 100
Scheda Funzionale
PROTEZIONE
Marca
Modello
Esecuzione
Im (max/min/reg) [A] —/—/560 —/—/16
In (max/min/reg) [A] —/—/26 —/—/16
Poli / Curva 3 x 25 / C 1P + 1N / C
P.d.I. [kA] 10 6
I differenziale [A] — 0,03 - CL A
Coeff. Utilizzazione Ku [%] 100 100
Contattore Tipo
NOTE
LINEA
C.d.t Linea (con Ib) [%] 2,97 2,91
Sigla FG70M1 FG70M1
Lungh./L. max Prot [m] 1057 645
Posa 143/2401_000.8 143/2401_000.8
Sezione [mmq] 1(3x10) 1(3x4)
Portata (Iz) [A] 49 32
Nr. Data Descrizione Dis. Contr. Vist.
Data: 31/03/2012
Disegn.:
Contr.:
Vist.:
Impianto:
Note:
Quadro locale pompe VVF
Nome File: 00000301
Commitente:
Foglio: 1
Segue:
Nr. Disegno:


Da Quadro: Fornitura
Partenza:
Cavo [mm²]: —
Lunghezza [m]: —
Frequenza [Hz]: 50
Tensione [V]: 400
Polarità: Quadripolare
Tipo morsetto:
Numerazione morsetto:
DAL QUADRO ESISTENTE
Sigla:
Alimentazione:
Icc Max [kA]: 10
Tens. Nomin. di Impiego [V]: 230
Tens. Nomin. di isolam. [V]:
Frequenza [Hz]: 50
Corrente ammissib. 1 s [kA]:
Grado di protezione IP: —
Codice:
Sigla utenza
Descrizione
Potenza Contemporanea [kW]
Corrente (Ib) [A]
CosFi
Coef. di Contemporaneita' [%]
Scheda Funzionale
Marca
Modello
Esecuzione
PROTEZIONE
Im (max/min/reg) [A]
In (max/min/reg) [A]
Poli / Curva
P.d.I. [kA]
I differenziale [A]
Coef. Utilizzazione Ku [%]
Contattore Tipo
NOTE
LINEA
C.d.t Linea (con Ib) [%]
Sigla
Lungh./L. max Prot [m]
Posa
Sezione [mmq]
Portata (Iz) [A]
Generale Quadro Spog. Pal
4,05
19
0,9
90
—/—/200
—/—/20
1P + 2S + N / C
15
—
100
0,95
—
—/—
—
—
100
0,54
FG10M1
15134
1432M01_000.8
1(30Z.5)
24
Linea Luce
1
4,611
0,9
100
—/—/100
—/—/10
1P + 10 + N / C
10
0,03 - Cl. A
100
0,84
FG10R
1583
1432M01_000.8
1(30A)
32
UTENZA GENERICA
Forza Motrice
2,5
12
0,9
100
—/—/160
—/—/16
1P + 16 + N / C
10
0,03 - Cl. A
100
0,84
FG10R
1583
1432M01_000.8
1(30A)
32
UTENZA GENERICA
Disponibile
1
4,611
0,9
100
—/—/100
—/—/10
1P + 10 + N / C
10
0,03 - Cl. A
100
0,14
FG10M1
2215
1432M01_000.8
1(30A)
32
UTENZA GENERICA
Data: 01/09/2013
Impianto:
Disegn.:
Contr.:
Vista:
Note:
Nr. Data Descrizione Dis. Contr.
Nome File: U_QG_00001
Commitente:
Quadro Spogliatoi Palestra
QG
Foglio: 1
Segue:
Nr. Disegno:

IMPIANTO IDRICO FOGNANTE

1. PREMESSA

Le norme UNI prevedono che un impianto idrico, dal punto di vista funzionale, può essere diviso in due parti :

- Alimentazione di acqua da una fonte.
- Distribuzione alle utenze (acqua fredda, acqua calda, ricircolo acqua calda).

2. ALIMENTAZIONE DI ACQUA DA UNA FONTE

L'alimentazione idrica, necessaria al fabbisogno dei servizi igienici del plesso scolastico e della palestra è prelevata, mediante una propria derivazione interna, dalla rete di distributore di acqua potabile per uso pubblico(AQP).

3. RETE DI ADDUZIONE ACQUA FREDDA

Le tubazioni saranno rivestite con guaina isolante a celle chiuse di spessore minimo di 9 mm alle condizioni di posa e tale da evitare fenomeni di condensa.

La distribuzione dell'acqua ai singoli gruppi servizi avverrà per mezzo di colonne montanti servite da collettori di distribuzione orizzontali.

In ogni bagno sarà installato un collettore di distribuzione che collegherà i vari sanitari tramite linee di allaccio poste a pavimento.

Sulla rete di distribuzione orizzontale sono previste valvole di intercettazione che consentono di non sospendere completamente l'erogazione dell'acqua in caso di interventi di manutenzione sull'impianto.

È prevista *una pendenza minima* compresa tra l'1% e il 2% per tutti i tratti orizzontali delle tubazioni convoglianti acqua, allo scopo di facilitare le operazioni di sfogo dell'aria e di svuotamento dell'impianto, in modo che in caso di impianto fermo per più giorni con temperature inferiori a 0 °C non si verifichino inconvenienti.

Dalla rete orizzontale, in corrispondenza di ciascun ambiente destinato a servizi igienici, sono collegati i collettori di distribuzione dai quali partono i collegamenti ai pezzi sanitari.

Tali collegamenti saranno realizzati con tubazioni multistrato in polietilene isolato esternamente con guaina in polietilene espanso a celle chiuse, posate a pavimento.

4. IMPIANTO DI PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda è di tipo localizzato, mediante bollitori elettrici da 30 e 80 lt..

I boiler elettrici sono uno per gruppo di servizi; quelli da lt 30 nei wc dei diversamente abili , mentre nei restanti sono da lt. 80; i boiler, con bollitore vetrificato munito di protezione anticorrosione realizzata con anodo di magnesio, sono sistemati a parete in posizione facilmente raggiungibile per la manutenzione.

Essi dovranno garantire semplicità di utilizzo, durata nel tempo e sicurezza dal punto di vista elettrico.

5. RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA

La distribuzione dell'acqua calda sanitaria avverrà con le stesse modalità e con l'impiego degli stessi materiali previsti per l'impianto di distribuzione dell'acqua fredda.

6. UNITA' DI CARICO – CRITERI DI CALCOLO

Il dimensionamento di una distribuzione d'acqua, sia essa calda o fredda, deve necessariamente partire dalla conoscenza della portata massima contemporanea: cioè dal valore massimo della portata contemporaneamente disponibile per tutte le utenze servite da una distribuzione durante tutta la durata del periodo di punta.
Il calcolo della portata massima contemporanea può essere fatto in vari modi, ad esempio partendo dai dati sull'approvvigionamento d'acqua e sulle portate minime dei rubinetti di erogazione. Il metodo oggi più in uso è quello proposto dalle norme UNI e basato sul concetto di unità di carico (UC).
L'unità di carico è un valore convenzionale che rappresenta la portata di un rubinetto erogatore e che tiene conto di diversi fattori caratterizzanti il punto di erogazione tra cui:

- Portata reale;
- Caratteristiche dimensionali;
- Caratteristiche funzionali;
- Frequenza d'uso.

La Tab.01 riporta i valori di unità di carico da assegnare ai più comuni apparecchi sanitari riscontrabili in un edificio residenziale.

Tab.01 – Unità di carico per apparecchi sanitari in edifici residenziali o assimilabili

Apparecchio	Unità di carico		
	Acqua fredda	Acqua calda	Acqua fredda+calda
Lavabo	0.75	0.75	1.0
Bidet	0.75	0.75	1.0
Vasca	1.50	1.50	2.0
Doccia	1.50	1.50	2.0
Vaso con cassetta	3.00	-	3.00
Vaso con flussometro	6.00	-	6.00
Lavello cucina	1.50	1.50	2.0
Lavabiancheria (solo acqua fredda)	2.00	-	2.0
Lavastoviglie (solo acqua fredda)	2.00	-	2.00
Pilozzo	1.50	1.50	2.0

Nel caso di più apparecchi installati in uno stesso locale, combinazione di apparecchi, ad esempio, bagni e cucine, è necessario tenere conto della non contemporaneità di utilizzo. In pratica, si ipotizza che solo due degli apparecchi presenti in un singolo locale siano utilizzati contemporaneamente.

Un esempio molto comune di combinazione di apparecchi è quello dei quattro apparecchi sanitari presenti in un bagno in un edificio residenziale. In questo caso non è possibile un utilizzo contemporaneo di lavabo, bidet, vasca e vaso. E' pratica comune quella di considerare solo due apparecchi funzionanti contemporaneamente, ad esempio la vasca ed uno tra lavabo, vaso e bidet.
La norma UNI riporta i valori delle unità di carico per le combinazione id apparecchi più comuni cosicché non è necessario fare il conto dei singoli apparecchi sanitari ogni volta. I valori più comunemente utilizzati sono riportati nella successiva Tab.02.

Tab.02 – Unità di carico per combinazioni di apparecchi

Apparecchio	Unità di carico		
	Acqua fredda	Acqua calda	Acqua fredda+calda
Bagno completo: Lavabo + bidet + vasca (o doccia) + vaso con cassetta	4.50	2.25	5.00
Bagno completo: Lavabo + bidet + vasca (o doccia) + vaso con flussometro	7.50	2.25	8.00
Lavabo + bidet + vasca (o doccia) + vaso con flussometro + lavabiancheria	5.50	2.25	9.00
Lavabo + bidet + vasca (o doccia) + vaso con cassetta + lavabiancheria	5.50	2.25	6.00
Bagno di servizio: Lavabo + vaso con cassetta	3.00	0.75	3.00
Bagno di servizio: Lavabo + vaso con flussometro	6.00	0.75	6.00
Lavabo + vaso con cassetta + lavabiancheria	4.00	0.75	4.50
Lavabo + vaso con flussometro + lavabiancheria	7.00	0.75	7.00
Bagno completo: (vaso con cassetta) e cucina	6.00	3.50	7.00
Bagno completo (vaso con flussometro) e cucina	8.50	3.50	10.00

Poiché, come evidenziato, l'unità di carico tiene conto di fattori quali la frequenza d'uso e le caratteristiche funzionali, i valori riportati nelle Tab.01 e Tab.02 non rappresentano la portata massima degli apparecchi sanitari elencati. I valori assunti per le unità di carico sono valori convenzionali che servono per il calcolo della portata massima contemporanea. Per il calcolo della reale portata massima di un apparecchio sanitario è possibile fare riferimento alla Tab.03 ove sono riportate le portate massime, espresse in litri al secondo, di un rubinetto in funzione del suo diametro nominale e della pressione di esercizio.

Tab.03 – Portata massima in litri al secondo di un rubinetto in funzione del suo diametro nomin. e della pressione di esercizio.

Pressione di esercizio	Diametro nominale del rubinetto		
	DN 10	DN 15	DN 20
0.5	0.20	0.40	0.60
1	0.30	0.50	0.85
2	0.40	0.65	1.20
3	0.50	0.80	2.10
4	0.60	1.00	2.40
5	0.70	1.10	2.70

7. IL CALOLO DELLA PORTATA D'ACQUA MASSIMA CONTEMPORANEA

Assegnate le unità di carico a tutti gli apparecchi, o alle combinazioni, presenti sulla rete di distribuzione è possibile calcolare la portata massima conoscendo la relazione tra portata ed unità di carico.

Sperimentalmente sono state ricavate alcune finzioni q= *f*(UC) che regolano il rapporto tra portata ed acqua (q) e unità di carico (UC). La successiva figura mostra, a titolo di esempio, tale funzione per una distribuzione caratterizzata da vasi a cassetta e per una con flussometri in un edificio residenziale. Sull'asse delle ascisse è riportato il logaritmo naturale delle unità di carico, su quello delle ordinate la portata espressa in l/s.

Le tabelle Tab.04 e Tab.05 delle pagine seguenti riportano i valori in base a cui sono state calcolate le due curve della Fig.01. Tali tabelle possono essere utilizzate per assegnare la portata massima di una tubazione noti i valori delle unità di carico.

Rapporto tra portata e unità di carico in edifici residenziali.

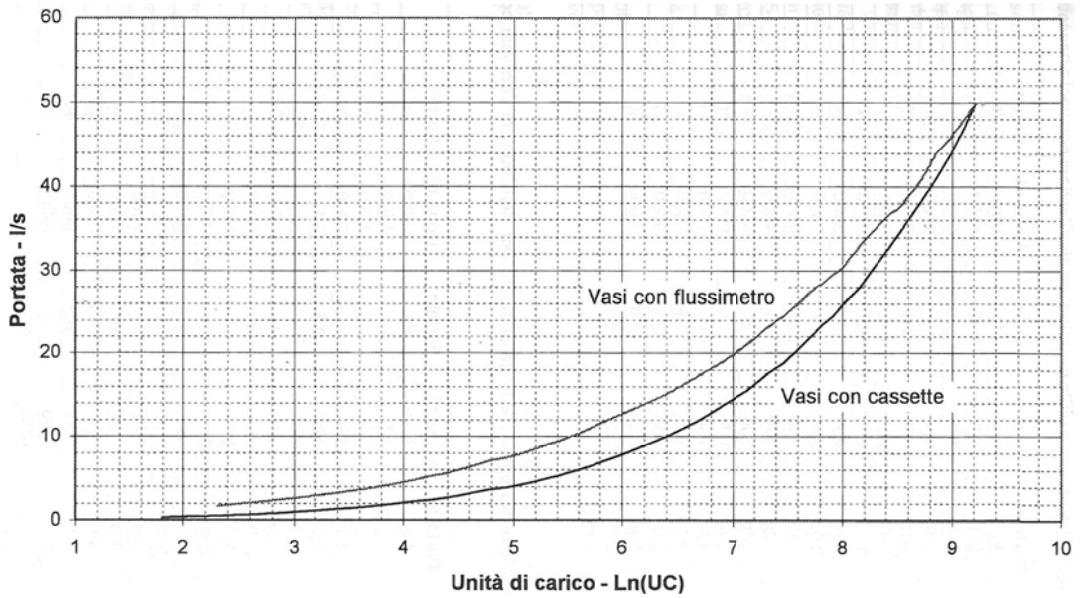


Tabella 04 – Relazione tra portata e unità di carico per distribuzioni con vasi a cassetta

Unità di carico	Portata l/s	Unità di carico	Portata l/s	Unità di carico	Portata l/s
6	0.3	120	3.65	1500	7.5
8	0.4	140	3.90	1750	18.8
10	0.5	160	4.25	2000	20.5
12	0.6	180	4.6	2250	22
14	0.68	200	4.95	2500	23.5
16	0.78	225	5.35	2750	24.5
18	0.85	250	5.75	3000	26
20	0.93	275	6.1	3500	28
25	1.13	300	6.45	4000	30.5
30	1.3	400	7.8	4500	32.5
35	1.46	500	9	5000	34.5
40	1.62	600	10	6000	38
50	1.9	700	11	7000	41
60	2.2	800	11.9	8000	44
70	2.4	900	12.9	9000	47
80	2.65	1000	13.8	10000	50
90	2.9	1250	15.5		
100	3.15				

Tabella 05 – Relazione tra portata e unità di carico per distribuzioni con vasi con flussometro

Unità di carico	Portata l/s	Unità di carico	Portata l/s	Unità di carico	Portata l/s
6		120	7.15	1500	23
8		140	7.5	1750	24.5
10	1.7	160	8	2000	26
12	1.9	180	8.5	2250	27.5
14	2.1	200	9	2500	28.5
16	2.27	225	9.5	2750	29.5
18	2.45	250	10	3000	30.5

20	2.6	275	10.5	3500	33
25	2.95	300	11	4000	35
30	3.25	400	12.7	4500	36.5
35	3.55	500	14	5000	37.5
40	3.8	600	15.1	6000	40.5
50	4.3	700	16.3	7000	44
60	4.8	800	17.3	8000	46
70	5.25	900	18.2	9000	48
80	5.6	1000	19	10000	50
90	6	1250	21		
100	6.35				

8. SANITARI

Gli apparecchi sanitari saranno tutti in vitreous-china delle migliori marche esistenti in commercio, dovranno essere costruiti a Norma UNI, con superfici completamente lisce prive di angoli difficilmente accessibili nei quali si possono accumulare sporcizia od avanzi di sapone.

Per i sanitari si sono adottati apparecchi del tipo a vaso a cacciata ad eccezione dei bagni per disabili per i quali è prevista una combinazione vaso-bidet a pavimento con gruppo miscelatore a telefono-doccetta integrato. I lavabi saranno del tipo sospeso a vista e del tipo regolabile in altezza nei bagni per disabili. I servizi saranno forniti di tutti gli accessori bagno necessari per un loro corretto funzionamento.

9. CASSETTE DI RISCIACQUO

Le cassette di risciacquo, della capacità di 9 litri, saranno tutte a vista, dotate di troppopieno tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta e di rubinetto galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua. Per i bagni per disabili le cassette saranno del tipo a zaino, su robusto telaio metallico di sostegno.

Tutte le cassette saranno costruite in modo tale da contenere il livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

10. BAGNI PER DIVERSAMENTE ABILI

In ciascun bagno per disabili dovranno essere presenti i sanitari e gli accessori specifici per disabili di cui al D.P.R. n° 384 del 27/04/1978, riportato in appendice W della Norma UNI 9132, posizionati alle distanze in essa stabilite.

11. APPARECCHIATURE DI COMANDO E CONTROLLO

La posizione delle prese di corrente e degli apparecchi utilizzatori rispetto agli apparecchi sanitari sarà ssere tale da impedire ogni pericolo di folgorazione elettrica. Tutti gli apparecchi metallici sono provvisti di bullone per il collegamento del conduttore di protezione connesso alla rete di messa a terra.

I piatti doccia saranno dotati di collegamento equipotenziale fra l'alimentazione di acqua e la diramazione di scarico. In ogni caso devono essere rispettati il progetto UNI EDL 059 e la norma CEI 64-8.

12. IMPIANTO FOGNANTE

L'impianto fognante si compone di:

- scarichi interni
- scarichi esterni (già esistenti).

Le caratteristiche cui devono soddisfare gli scarichi sono le seguenti:

1. evacuare rapidamente le acque di rifiuto per la via più breve, senza dar luogo a depositi di materie putrescibili;
2. impedire il passaggio di aria, odori e microbi dalle tubazioni agli ambienti abitati;
3. essere a tenuta d'acqua, gas e aria.

13. SCARICHI INTERNI

La rete di scarico sarà costituita da:

- diramazioni di scarico;
- colonne di scarico (esistenti);
- collettori di scarico (esistenti).

Le diramazioni di scarico sono i tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alle colonne verticali (phi 40-120 mm.).

Tutte le tubazioni saranno installate in modo che movimenti dovuti a dilatazioni, contrazioni o assestamenti del fabbricato non diano luogo a perdite e saranno costruite in materiale idoneo per evitare corrosioni per opera di ossidazioni, acidi o gas corrodenti.

Gli attraversamenti dei solai, *ove occorrenti*, saranno effettuati in modo da non arrecare danni alla struttura portante dell'edificio.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

1. PREMESSA

Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Impianto Fotovoltaico", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 11 790.60 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].
Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	2.20
TEP risparmiate in 20 anni	40.52

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO_2	SO_2	NO_X	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	470.0	0.341	0.389	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	5 541.58	4.02	4.59	0.17
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	101 848.22	73.89	84.30	3.03

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2011

Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.
Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

2. SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico sarà ubicato sulla copertura dell'edificio scolastico 1° Circolo Didattico M.Pia in San Giorgio Jonico (TA)

Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349 - Località di riferimento: TARANTO (TA)/BRINDISI (BR)" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di SAN GIORGIO IONICO (TA) avente latitudine 40°.4581 N, longitudine 17°.3781 E e altitudine di 75 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.80	9.90	14.20	19.50	23.80	27.20	28.10	24.20	18.30	12.60	7.90	6.00

Fonte dati: UNI 10349 - Località di riferimento: TARANTO (TA)/BRINDISI (BR)

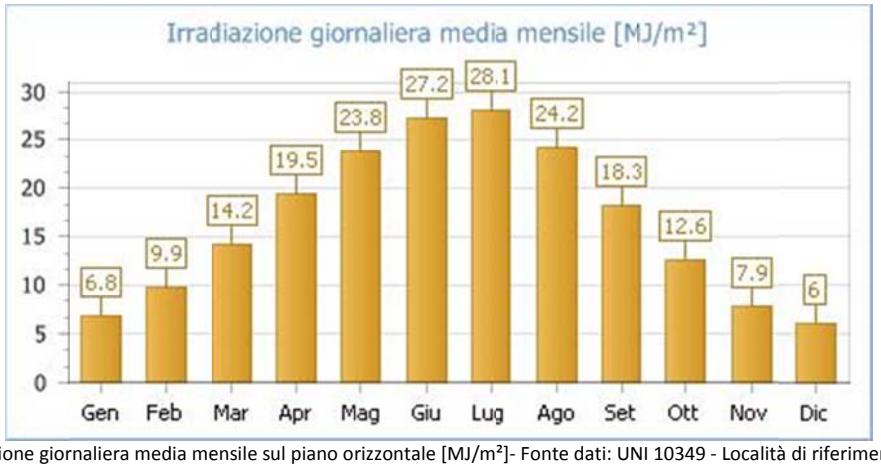


Fig. 2: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349 - Località di riferimento: TARANTO (TA)/BRINDISI (BR)

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **6 050.90 MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349 - Località di riferimento: TARANTO (TA)/BRINDISI (BR)).

Non essendoci la disponibilità, per la località sede dell'impianto, di valori diretti si sono stimati gli stessi mediante la procedura della UNI 10349, ovvero, mediante media ponderata rispetto alla latitudine dei valori di irradiazione relativi a due località di riferimento scelte secondo i criteri della vicinanza e dell'appartenenza allo stesso versante geografico.

La località di riferimento N. 1 è TARANTO avente latitudine 40°.4728 N, longitudine 17°.2433 E e altitudine di 15 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.80	9.90	14.20	19.50	23.80	27.20	28.10	24.20	18.30	12.60	7.90	6.00

Fonte dati: UNI 10349

La località di riferimento N. 2 è BRINDISI avente latitudine 40°.6381 N, longitudine 17°.9453 E e altitudine di 15 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.00	9.30	14.10	19.60	23.50	27.00	27.40	23.90	18.40	13.00	7.90	5.90

Fonte dati: UNI 10349

Fattori morfologici e ambientali

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di SAN GIORGIO IONICO:

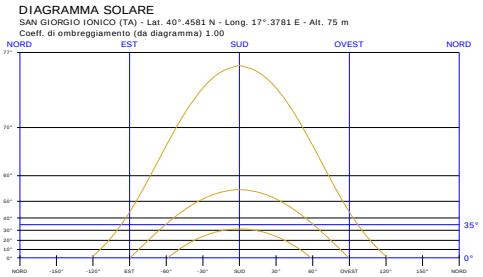


Fig. 3: Diagramma solare

Albedo

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'albedo medio annuo è pari a **0.20**.

3. PROCEDURE DI CALCOLO

Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.
Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

Totale perdite [%] = $[1 – (1 – a – b) \times (1 – c - d) \times (1 – e) \times (1 – f)] + g$

per i seguenti valori:

a Perdite per riflessione.
b Perdite per ombreggiamento.
c Perdite per mismatching.
d Perdite per effetto della temperatura.
e Perdite nei circuiti in continua.
f Perdite negli inverter.
g Perdite nei circuiti in alternata.

Criterio di verifica elettrica

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT
Tensione nel punto di massima potenza, Vm, a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima (Vmppt min).
Tensione nel punto di massima potenza, Vm, a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima (Vmppt max).
I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

TENSIONE MASSIMA
Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO
Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA
Corrente massima (corto circuito) generata, Isc, minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

DIMENSIONAMENTO
Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.
Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

4. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Impianto *Fotovoltaico*

L'impianto, denominato "Impianto Fotovoltaico" (codice POD $Empty_IMPPOD$), è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: monofase in bassa tensione.
Ha una potenza totale pari a **8.400 kW** e una produzione di energia annua pari a **11 790.60 kWh** (equivalente a **1 403.64 kWh/kW**), derivante da 30 moduli che occupano una superficie di 59.40 m², ed è composto da 1 generatore.

Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Latitudine	**40°.4581 N**
Longitudine	**17°.3781 E**
Altitudine	**75 m**
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	**6 050.90 MJ/m²**
Coefficiente di ombreggiamento	**1.00**
Dati tecnici	
Superficie totale moduli	**59.40 m²**
Numero totale moduli	**30**
Numero totale inverter	**1**
Energia totale annua	**11 790.60 kWh**
Potenza totale	**8.400 kW**
Energia per kW	**1 403.64 kWh/kW**
BOS	**74.97 %**

Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **11 790.60 kWh.**
Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

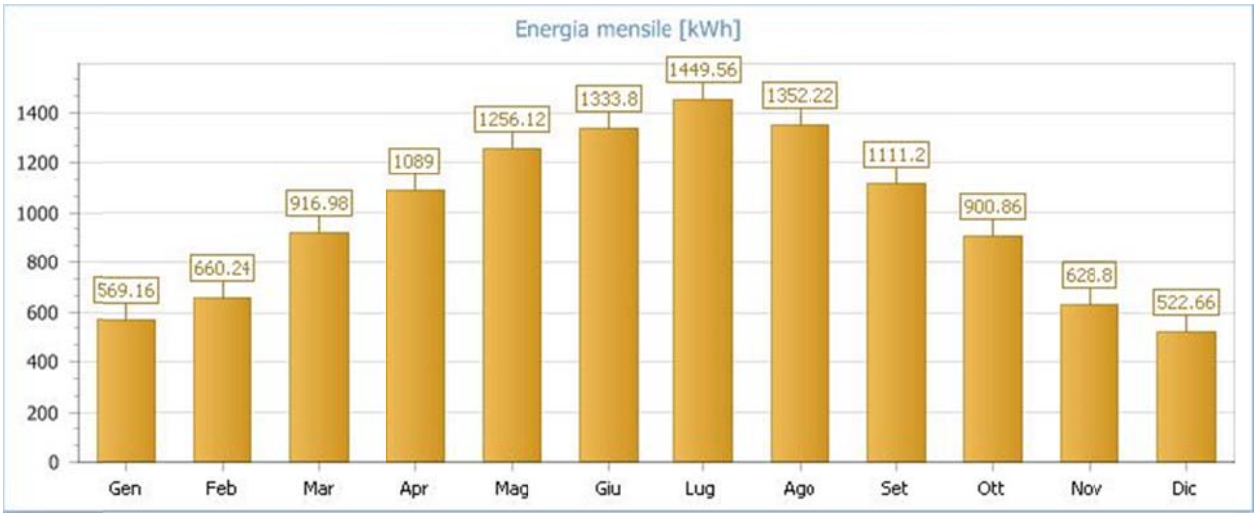


Fig. 4: Energia mensile prodotta dall'impianto

Generatore 1

Il generatore, denominato “Generatore1”, ha una potenza pari a **8.400 kW** e una produzione di energia annua pari a **11 790.60 kWh**, derivante da 30 moduli con una superficie totale dei moduli di 59.40 m².

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	**Complanare alle superfici**
Struttura di sostegno	**Fissa**
Inclinazione dei moduli (Tilt)	**30°**
Orientazione dei moduli (Azimut)	**0°**
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	**1 873.20 kWh/m²**
Numero superfici disponibili	**1**
Estensione totale disponibile	**269.09 m²**
Estensione totale utilizzata	**269.09 m²**
Potenza totale	**8.400 kW**
Energia totale annua	**11 790.60 kWh**

Modulo	
Marca – Modello	**Tipo SOLON - Blue 270/11 280 o similare**
Numero totale moduli	**30**
Superficie totale moduli	**59.40 m²**

Configurazione inverter		
MPPT	**Numero di moduli**	**Stringhe per modulo**
1	15	1 x 15
2	15	1 x 15

Inverter	
Marca – Modello	**Tipo MASTERVOLT - SunMaster CS10TL RP o similare**
Numero totale	**1**
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	**119.05 % (VERIFICATO)**

Per il posizionamento dei moduli si rimanda all'elaborato grafico:

Verifiche elettriche MPPT 1

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (405.36 V) maggiore di Vmppt min. (300.00 V)	**VERIFICATO**
Vm a -10 °C (643.39 V) minore di Vmppt max. (800.00 V)	**VERIFICATO**

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (765.34 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	**VERIFICATO**

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (765.34 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	**VERIFICATO**

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.20 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (17.00 A)	**VERIFICATO**

Verifiche elettriche MPPT 2

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (405.36 V) maggiore di Vmppt min. (300.00 V)	**VERIFICATO**
Vm a -10 °C (643.39 V) minore di Vmppt max. (800.00 V)	**VERIFICATO**

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (765.34 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	**VERIFICATO**

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (765.34 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	**VERIFICATO**

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.20 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (17.00 A)	**VERIFICATO**

Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore

Cavi

				Risultati		
Descrizione	**Designazione**	**Sezione (mm²)**	**Lung. (m)**	**Corrente (A)**	**Portata (A)**	**Caduta di tensione (%)**
Rete - Quadro generale	FG7R 0.6/1 kV	10.0	1.00	36.52	69.00	0.08
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG7R 0.6/1 kV	10.0	1.00	36.52	69.00	0.08
Quadro fotovoltaico - I 1	FG7R 0.6/1 kV	10.0	1.00	36.52	69.00	0.08
I 1 - MPPT 1		6.0	1.00	7.78	38.00	0.01
I 1 - Quadro di campo 2	FG21M21	6.0	1.00	7.78	54.00	0.01
Quadro di campo 2 - S 1	FG21M21	6.0	1.00	7.78	54.00	0.01
I 1 - MPPT 2		6.0	1.00	7.78	38.00	0.01
I 1 - Quadro di campo 3	FG21M21	6.0	1.00	7.78	54.00	0.01
Quadro di campo 3 - S 2	FG21M21	6.0	1.00	7.78	54.00	0.01

Quadri

Quadro generale	
Protezione in uscita: **Interruttore magnetotermico differenziale**	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	**Dispositivo**
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

SCHEMA UNIFILARE

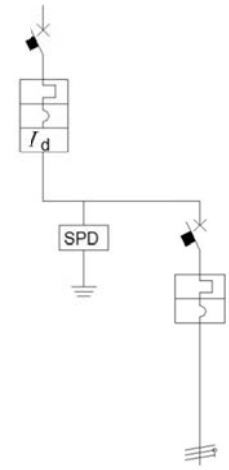
Quadro:
Quadro generale

Impianto:
Impianto Fotovoltaico

Committente:
COMUNE DI SAN GIORGIO JONICO (TA) - 1° CIRCOLO DIDATTICO "MARA PIA"

Tecnico:
ROMANO DE PACE

Data:
29/05/2013



Dispositivo	Interruttore magnetotermico differenziale	Interruttore magnetotermico			
Descrizione					
Spd					
Corrente	36.52 A	36.52 A			
Tensione	230 V	230 V			

Fig. 6: Schema unifilare quadro "Quadro generale"

Quadro fotovoltaico	
Protezione in uscita: **Interruttore magnetotermico differenziale**	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	**Dispositivo**
I 1	Interruttore automatico

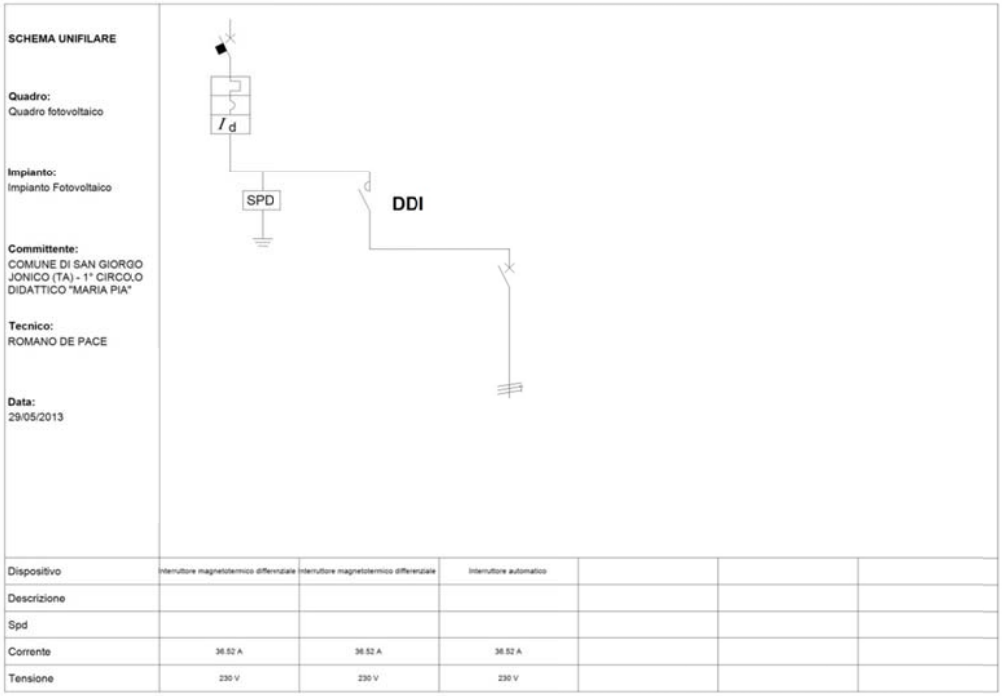


Fig. 7: Schema unifilare quadro "Quadro fotovoltaico"

Quadro di campo 2
Protezione in uscita: **Interruttore magnetotermico**
SPD uscita presente
Protezione sugli ingressi
Ingresso **S 1**: **Interruttore magnetotermico**
SPD presente

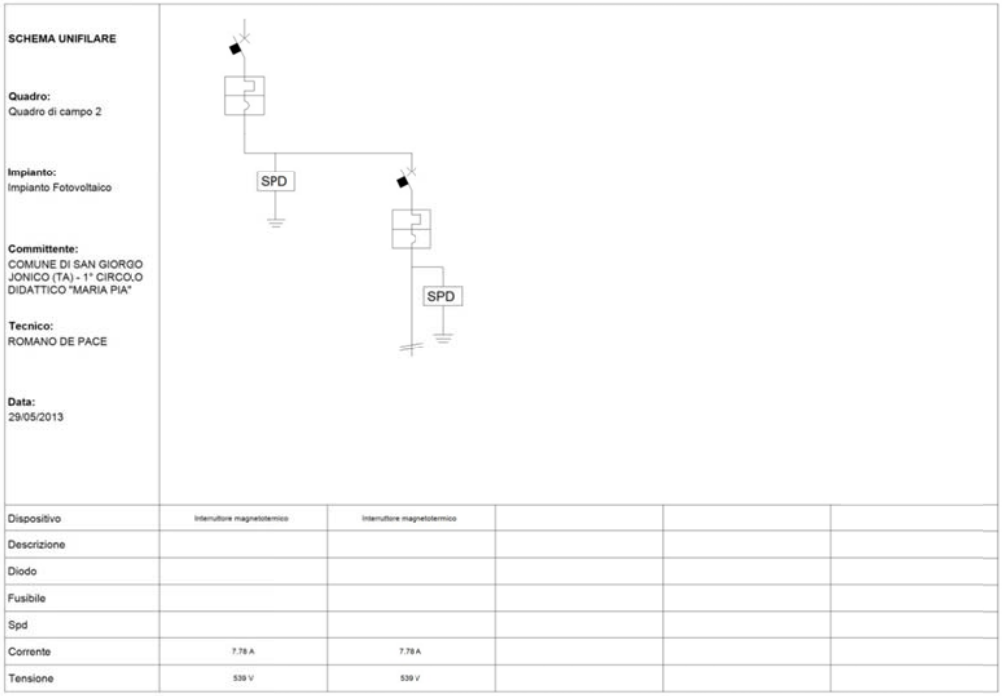


Fig. 8: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 3
Protezione in uscita: **Interruttore magnetotermico**
SPD uscita presente
Protezione sugli ingressi
Ingresso **S 2**: **Interruttore magnetotermico**
SPD presente

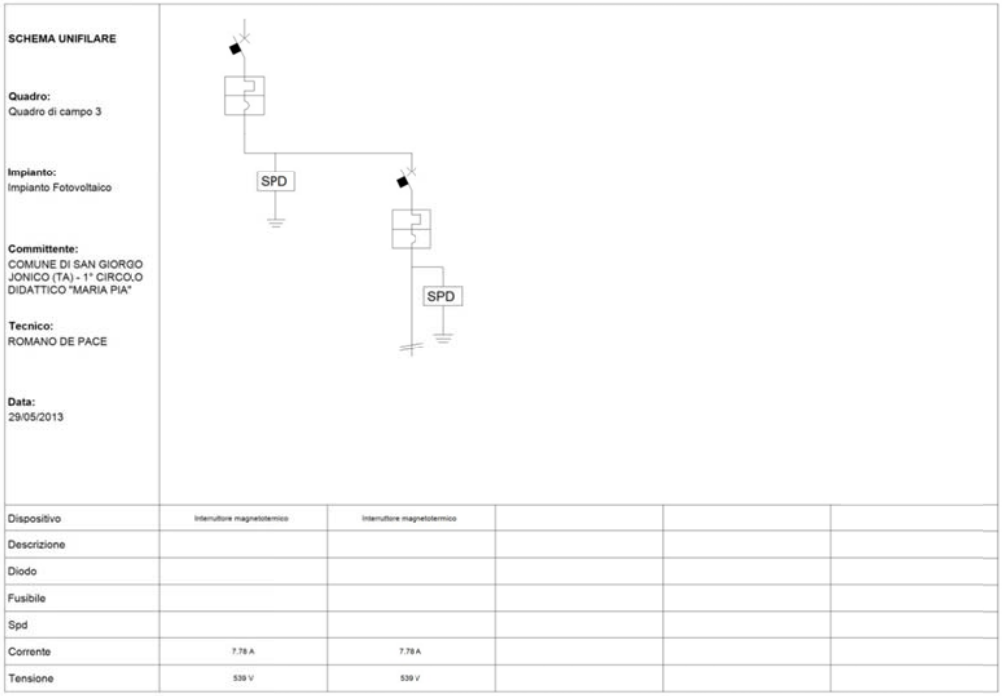


Fig. 9: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Schema unifilare

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.

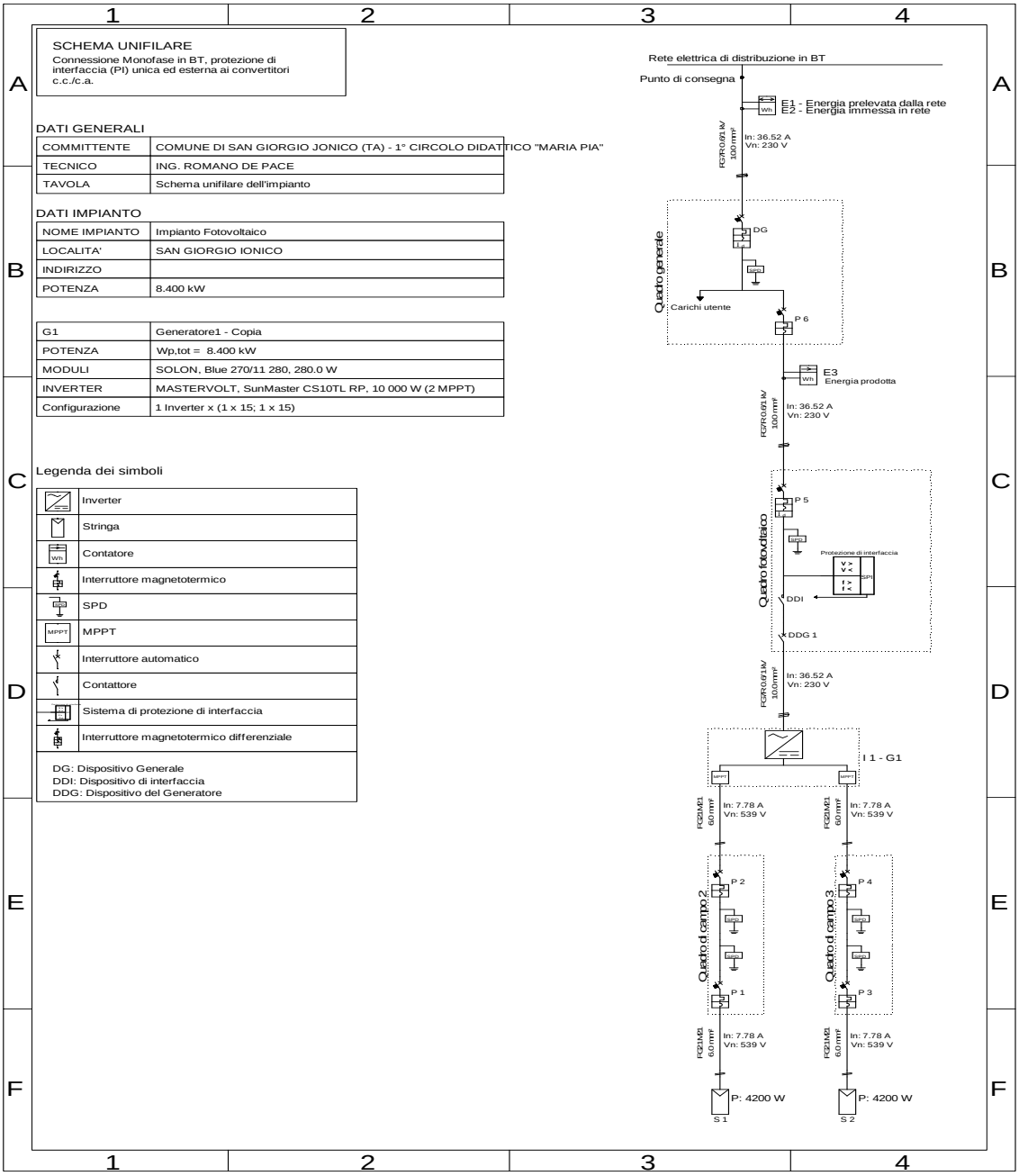


Fig. 10: Schema elettrico unifilare dell'impianto

NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

Leggi e decreti

Normativa generale

Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007: Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.
Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
Legge n. 239 del 23-08-2004: riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.
Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005: attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006: disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008: attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.
Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010: modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.
Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009: regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007: attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.
Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007: testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.
Decreto 2-03-2009: disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
Legge n. 99 del 23 luglio 2009: disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonchè in materia di energia.
Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010): Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili)
Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili
Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83: misure urgenti per la crescita del Paese

Sicurezza

D.Lgs. 81/2008: (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Ministero dell'interno
"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.
"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.
"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".

Secondo Conto Energia
Decreto 19-02-2007: criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.
Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008): disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.
Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008
DM 02/03/2009: disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Terzo Conto Energia
Decreto 6 agosto 2010: incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Quarto Conto Energia
Decreto 5 maggio 2011: incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

Quinto Conto Energia
Decreto 5 luglio 2012: attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.
Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR: determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

Norme Tecniche

Normativa fotovoltaica
CEI 82-25 Edizione 09-2010: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
CEI 82-25; V2 Edizione 10-2012: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.
CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.
CEI EN 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.
CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
CEI EN 50521 (CEI 82-31): connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.
CEI EN 50524 (CEI 82-34): fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.
CEI EN 50530 (CEI 82-35): rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.
EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.
CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
UNI 8477: energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta .
UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
UNI/TR 11328-1:2009: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell energia raggiante ricevuta".

Altra Normativa sugli impianti elettrici
CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
CEI 0-21: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
CEI EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.
CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
CEI EN 60445 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).
CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.
CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).
CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).
CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).
CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).
CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.
CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.
CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Delibere AEEG

Connessione
Delibera ARG-elt n. 33-08: condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.
Delibera ARG-elt n.119-08: disposizioni inerenti l'applicazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 33/08 e delle richieste di deroga alla norma CEI 0-16, in materia di connessioni alle reti elettriche di distribuzione con tensione maggiore di 1 kV.
Deliberazione 84/2012/R/EEL: interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.
Deliberazione 344/2012/R/EEL: approvazione della modifica all'allegato A70 e dell'allegato A72 al codice di rete. modifica della deliberazione dell'autorità per l'energia elettrica e il gas 8 marzo 2012, 84/2012/R/EEL.

Ritiro dedicato
Delibera ARG-elt n. 280-07: modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.
Delibera 343/2012/R/EFR: definizione delle modalità per il ritiro, da parte del gestore dei servizi energetici S.p.A. - GSE, dell'energia elettrica immessa in rete dagli impianti che accedono all'incentivazione tramite le tariffe fisse onnicomprensive. definizione delle modalità di copertura delle risorse necessarie per l'erogazione degli incentivi previsti dai medesimi decreti interministeriali.

Servizio di misura
Delibera ARG-elt n. 88-07: disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.
Deliberazione ARG/elt 199-11: disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2012-2015 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.
Delibera 339/2012/R/EEL: disposizioni urgenti in materia di servizio di misura dell'energia elettrica prodotta e immessa nelle reti e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas n. 88/07 e all'allegato B alla deliberazione ARG/elt 199/11 (TIME).

Tariffe

Delibera ARG-elt n. 111-06: condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

Delibera ARG-elt n.156-07: approvazione del Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela e di salvaguardia ai clienti finali ai sensi del decreto legge 18 giugno 2007, n. 73/07.

TIV - Allegato A Delibera n. 156-07 (valido fino al 31-12-2012).

TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL (valido dal 01-01-2013)

Delibera ARG-elt n. 348-07: testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.

Deliberazione ARG-elt 199-11: disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2012-2015 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.

TIT - Allegato A Delibera n. 199-11 (2012-2015).

TIME - Allegato B Delibera n. 199-11 (2012-2015).

TIC - Allegato C Delibera n. 199-11 (2012-2015).

Tabelle TIC 2013, TIME 2013, TIT 2013 - Deliberazione 20 dicembre 2012 565/2012/R/EEL - Aggiornamento, per l'anno 2013, delle tariffe e delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione e altre disposizioni relative all'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica.

Deliberazione ARG-elt n. 149-11: attuazione dell'articolo 20 del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 5 maggio 2011, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

TIS - Allegato A Delibera ARG-elt n. 107-09 : Testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement).

Deliberazione 115-12/R/com: aggiornamento, per il trimestre 1 aprile – 30 giugno 2012, delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali e di ulteriori componenti del settore elettrico e del settore gas. Disposizioni alla cassa conguaglio per il settore elettrico.

Deliberazione 119-12/R/EEL: aggiornamento, per il trimestre 1 aprile – 30 giugno 2012, delle condizioni economiche del servizio di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela.

Deliberazione 158-12/R/COM: aggiornamento della componente tariffaria A3 dal 1 maggio 2012.

Delibera 292/2012/R/EFR: determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 5 luglio 2012.

Deliberazione 27 settembre 2012 383/2012/R/COM - Aggiornamento, dall'1 ottobre 2012, delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali e di ulteriori componenti del settore elettrico e del settore gas. Disposizioni alla cassa conguaglio per il settore elettrico.

Delibera 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR - Determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 5 luglio 2012.

Deliberazione 28 dicembre 2012 576/2012/R/EEL - Aggiornamento, per l'anno 2013, dei corrispettivi di dispacciamento e modifiche al TIT e al TIS.
Deliberazione 28 dicembre 2012 577/2012/R/EEL - Aggiornamento, per il trimestre 1 gennaio – 31 marzo 2013, delle condizioni economiche del servizio di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela.
Deliberazione 28 dicembre 2012 581/2012/R/COM - Aggiornamento, dal 1 gennaio 2013, delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali e di ulteriori componenti del settore elettrico e del settore gas. Modifiche del TIT e della RTDG.
Deliberazione 28 dicembre 2012 583/2012/R/EEL - Aggiornamento delle componenti DISPbt, RCV, e RCVi, del corrispettivo PCV applicato ai clienti finali non domestici del servizio di maggior tutela e modifiche al TIV.

TICA
Delibera ARG-elt n. 99-08 TICA: testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).
Delibera ARG-elt n. 130-09: Modifiche delle modalità e delle condizioni per le comunicazioni di mancato avvio dei lavori di realizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica di cui alla deliberazione ARG-elt 99-08 (TICA).
Deliberazione 22 dicembre 2011 - ARG/elt 187-11 - Testo coordinato con le integrazioni e modifiche apportate dalla deliberazione 226/2012/R/EEL: modifiche e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08, in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA), per la revisione degli strumenti al fine di superare il problema della saturazione virtuale delle reti elettriche.
Deliberazione ARG-elt 124/10: Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.
Deliberazione ARG-elt 125/10: Modifiche e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA).
Deliberazione ARG-elt n. 181-10: attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
Delibera ARG-elt n. 225-10: integrazione dell'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 20 ottobre 2010, ARG/elt 181/10, ai fini dell'attivazione degli indennizzi previsti dal decreto ministeriale 6 agosto 2010 in materia di impianti fotovoltaici.

TISP
Delibera ARG-elt n. 188-05: definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/elt 74/08 e ARG/elt 1/09.
Delibera ARG-elt n. 260-06: modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05 in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici.
TISP - Delibera ARG-elt n. 74-08: testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

Delibera ARG-elt n.1-09: attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.
Deliberazione n. 570/2012/R/efr TISP 2013 - Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto: condizioni per l'anno 2013.
TEP
Delibera EEN 3/08: aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

TIQE
Deliberazione - ARG-elt 198-11: testo integrato della qualità dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2012-2015.

Agenzia delle Entrate

Circolare n. 46/E del 19/07/2007: articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.
Circolare n. 66 del 06/12/2007: tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.
Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008: istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.
Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008: istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.
Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008: trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.
Circolare n. 38/E del 11/04/2008: articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.
Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009: istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.
Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009: interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.
Circolare del 06/07/2009 n. 32/E: imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.
Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E - Interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.
Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E - Trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.
Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E - Interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).
Risoluzione del 06/12/2012 - Interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

Agenzia del Territorio

Risoluzione n. 3/2008: accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.
Nota Prot. n. 31892 - Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

GSE

SSP
Disposizioni Tecniche di Funzionamento
Modalità e condizioni tecnico-operative per il Servizio di Scambio sul Posto (aggiornato al 31 marzo 2012)

Ritiro dedicato
Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.
Prezzi minimi garantiti.

V Conto Energia
Guida alle applicazioni innovative finalizzate all'integrazione architettonica del fotovoltaico - Agosto 2012
Catalogo impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative - Agosto 2012
Regole applicative per l'iscrizione ai registri e per l'accesso alle tariffe incentivanti - 7 agosto 2012
Bando pubblico per l'iscrizione al Registro degli impianti fotovoltaici
Guida all'utilizzo dell'applicazione web per la richiesta di iscrizione al Registro - 20 agosto 2012
Guida all'utilizzo dell'applicazione web FTV - SR - 27 agosto 2012
Chiarimenti sulla definizione di edificio energeticamente certificabile e sulle Certificazioni/Attestazioni riguardanti i moduli fotovoltaici ed i gruppi di conversione (inverter) necessarie per l'ammissione alle tariffe incentivanti - 6 settembre 2012

Conto Energia
Regole applicative per il riconoscimento delle tariffe incentivanti - IV Conto Energia Rev. 3, giugno 2012.
Catalogo impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative - IV Conto Energia, aprile 2012.
Guida alle applicazioni innovative finalizzate all'integrazione architettonica del fotovoltaico - IV Conto Energia, Agosto 2011.
Guida all'utilizzo dell'applicazione web per la richiesta degli incentivi - IV Conto Energia.
Regole tecniche per l'iscrizione al registro per i grandi impianti - IV Conto Energia Rev. 1, luglio 2011.
Manuale utente sito Web Applicazione Fotovoltaico - Rev. 3.1, febbraio 2011.
Guida alla richiesta degli incentivi per gli impianti fotovoltaici - III Conto Energia Ed. n. 1, gennaio 2011.
Regole tecniche per il riconoscimento delle tariffe incentivanti - III Conto Energia, gennaio 2011.
Guida all'utilizzo dell'applicazione web per la richiesta degli incentivi per il fotovoltaico - III Conto Energia.

TERNA

Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.
GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.
FAQ GAUDÌ
Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).
Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).
Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

5. DEFINIZIONI

Definizioni - Rete Elettrica

Distributore
Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

Rete del distributore
Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

Rete BT del distributore
Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

Rete MT del distributore
Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

Utente
Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

Gestore di rete
Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

Gestore Contraente
Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

Definizioni - Impianto Fotovoltaico

Angolo di inclinazione (o di Tilt)
Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

Angolo di orientazione (o di azimut)
L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

BOS (Balance Of System o Resto del sistema)
Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

Generatore o Campo fotovoltaico
Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

Cella fotovoltaica
Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

Condizioni di Prova Standard (STC)
Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):
– Temperatura di cella: 25 °C ±2 °C.
– Irraggiamento: 1000 W/m^2, con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

Condizioni nominali
Sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

Costo indicativo cumulato annuo degli incentivi o costo indicativo cumulato degli incentivi
Sommatoria degli incentivi, gravanti sulle tariffe dell'energia elettrica, riconosciuti a tutti gli impianti alimentati da fonte fotovoltaica in attuazione del presente decreto e dei precedenti provvedimenti di incentivazione; ai fini della

determinazione del costo generato dai provvedimenti antecedenti al presente decreto, si applicano le modalità previste dal DM 5 maggio 2011; ai fini della determinazione dell'ulteriore costo generato dal presente decreto:
i) viene incluso il costo degli impianti ammessi a registro in posizione utile. A tali impianti, fino all'entrata in esercizio, è attribuito un incentivo pari alla differenza fra la tariffa incentivante spettante alla data di entrata in esercizio dichiarata dal produttore e il prezzo medio zonale nell'anno precedente a quello di richiesta di iscrizione;
ii) l'incentivo attribuibile agli impianti entrati in esercizio che accedono ad incentivi calcolati per differenza rispetto a tariffe incentivanti costanti, ivi inclusi gli impianti che accedono a tariffe fisse onnicomprensive, è calcolato per differenza con il valore del prezzo zonale nell'anno precedente a quello in corso;
iii) la producibilità annua netta incentivabile è convenzionalmente fissata in 1200 kWh/kW per tutti gli impianti.

Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico
Data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, comunicata dal gestore di rete e dallo stesso registrata in GAUDÌ.

Dispositivo del generatore
Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

Dispositivo di interfaccia
Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

Dispositivo generale
Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

Effetto fotovoltaico
Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico
Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m^2), intesa come somma dell'area dei moduli.

Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico
Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m^2) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico
Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico
Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico
L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)
Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

Impianto (o Sistema) fotovoltaico

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

Impianto fotovoltaico a concentrazione

Un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida CEI 82-25.

Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli non convenzionali e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate.

Impianto fotovoltaico con innovazione tecnologica

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti caratterizzati da significative innovazioni tecnologiche.

Impianto fotovoltaico realizzato su un edificio

Impianto i cui moduli sono posizionati sugli edifici secondo specifiche modalità individuate.

Impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'UE/SEE

A prescindere dall'origine delle materie prime impiegate, sono gli impianti fotovoltaici e gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative che utilizzano moduli fotovoltaici e gruppi di conversione realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o che sia parte dell'Accordo sullo Spazio Economico Europeo - SEE (Islanda, Liechtenstein e Norvegia), nel rispetto dei seguenti requisiti:

1. per i moduli fotovoltaici è stato rilasciato l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation, come indicata nella Guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: a) moduli in silicio cristallino: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; b) moduli fotovoltaici in film sottile (thin film): processo di deposizione, assemblaggio/laminazione e test elettrici; c) moduli in film sottile su supporto flessibile: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; d) moduli non convenzionali e componenti speciali: oltre alle fasi di lavorazione previste per i punti a), b) e c), a seconda della tipologia di modulo, anche le fasi di processo che determinano la non convenzionalità e/o la specialità; in questo caso, all'interno del Factory Inspection Attestation va resa esplicita anche la tipologia di non convenzionalità e/o la specialità.
2. Per i gruppi di conversione è stato rilasciato, da un ente di certificazione accreditato EN 45011 per le prove su tali componenti, l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: progettazione, assemblaggio, misure/collaudo.

Impianto - Serra fotovoltaica

Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili;

Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra

Impianto per il quale i moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, per le quali si applicano le definizioni di cui all'articolo 20 del DM 6 agosto 2010.

Inseguitore della massima potenza (MPPT)

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

Energia radiante

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

Irradiazione

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

Irraggiamento solare

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

Modulo fotovoltaico

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

Modulo fotovoltaico in c.a.

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

Pannello fotovoltaico

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

Potenziamento

Intervento tecnologico, realizzato nel rispetto dei requisiti e in conformità alle disposizioni del presente decreto, eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno tre anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di una o più stringhe di moduli fotovoltaici e dei relativi inverter, la cui potenza nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera l). L'energia incentivata a seguito di un potenziamento è la produzione aggiuntiva dell'impianto moltiplicata per un coefficiente di gradazione pari a 0,8.

Produzione netta di un impianto

Produzione lorda diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica.

Produzione lorda di un impianto

Per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle

eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica; per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica.

Produzione netta aggiuntiva di un impianto

Aumento espresso in kWh, ottenuto a seguito di un potenziamento, dell'energia elettrica netta prodotta annualmente e misurata attraverso l'installazione di un gruppo di misura dedicato.

Punto di connessione

Punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

Radiazione solare

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m^2), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

Rifacimento totale

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi di almeno tutti i moduli e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

Servizio di scambio sul posto

Servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e successive modifiche ed integrazioni.

Sezioni

"....l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;

b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;

c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;

d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;

e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

Soggetto responsabile

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

Sottosistema fotovoltaico

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

Stringa fotovoltaica

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m^2, temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99)

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società

controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto.

Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione
Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

Definizione di Edificio: "…un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, articolo 2).

Definizione di Ente locale: ai sensi del Testo Unico delle Leggi sull'ordinamento degli Enti Locali, si intendono per enti locali i Comuni, le Province, le Città metropolitane, le Comunità montane, le Comunità isolane e le Unioni di comuni. Le norme sugli Enti Locali si applicano, altresì, salvo diverse disposizioni, ai consorzi cui partecipano Enti Locali, con esclusione di quelli che gestiscono attività aventi rilevanza economica ed imprenditoriale e, ove previsto dallo statuto, dei consorzi per la gestione dei servizi sociali. La legge 99/09 ha esteso anche alle Regioni, a partire dal 15/08/09, tale disposizione.

6. SCHEDE TECNICHE MODULI

Moduli utilizzati

DATI GENERALI	
Codice	**M.3412**
Marca	**SOLON o similare**
Modello	**Blue 270/11 280**
Tipo materiale	**Si policristallino**
Prezzo [€]	**0.00**
CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC	
Potenza di picco [W]	**280.0 W**
Im [A]	**7.78**

Isc [A]	**8.20**
Efficienza [%]	**14.14**
Vm [V]	**35.95**
Voc [V]	**44.08**

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc [V/°C]	**-0.1984**
Coeff. Termico Isc [%/°C]	**0.040**
NOCT [°C]	**46.0**
Vmax [V]	**1 000.00**

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza [mm]	**1 980.00**
Larghezza [mm]	**1 000.00**
Superficie [m^2]	**1.980**
Spessore [mm]	**42.00**
Peso [kg]	**30.00**
Numero celle	**72**

NOTE

Note

7. SCHEDE TECNICHE INVERTER

Inverter utilizzati

DATI GENERALI

Codice	**I.0875**
Marca	**MASTERVOLT o similare**
Modello	**SunMaster CS10TL RP**
Tipo fase	**Monofase**
Prezzo [€]	**0.00**

INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	300.00	800.00	1 000.00	17.00
2	300.00	800.00	1 000.00	17.00

Max pot. FV [W] 11 000

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W]	**10 000**
Tensione nominale [V]	**650**
Rendimento max [%]	**97.51**
Distorsione corrente [%]	**3**
Frequenza [Hz]	**45 – 65**
Rendimento europeo [%]	**97.00**

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm]	**650x260x630**
Peso [kg]	**40.00**

NOTE

Note	**G83/1**

IMPIANTO IDRANTI

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Agli impianti idrici antincendio si applicano le seguenti norme tecniche:

- Norma **UNI 10779** "Impianti di estinzione incendi: Reti di Idranti" (Luglio 2007)
- Norma **UNI EN 12845** "Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler"
- Norma **UNI 11292** "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – Caratteristiche costruttive e funzionali"
- Circolare del Ministero dell'Interno n° **24 MI.SA. del 26/1/1993**. Impianti di protezione attiva antincendio.
- **D.M. 30/11/1983** Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.
- **D.M. n° 37** del 28/1/2008 Norme per la sicurezza degli impianti

Sono state considerate inoltre le seguenti norme tecniche emanate dall'UNI:

UNI 804	Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili.
UNI 810	Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite.
UNI 814	Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.
UNI 7421	Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.
UNI 7422	Apparecchiature per estinzione incendi - Requisiti delle legature per tubazioni flessibili.
UNI 9487	Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa .
UNI EN 671- 1	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide.
UNI EN 671- 2	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili.
UNI EN 671- 3	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.
UNI EN 694	Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio.
UNI EN 1452	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U).
UNI EN 10224	Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10225	Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura – Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 12201	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)
UNI EN 13244	Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione interrati e non per il trasporto di

	acqua per usi generali, per fognature e scarichi – Polietilene (PE)
UNI EN 14339	Idranti antincendio sottosuolo
UNI EN 14384	Idranti antincendio a colonna soprasuolo.
UNI EN 14540	Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.
UNI EN ISO 15493	Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
UNI EN ISO 15494	Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
UNI EN ISO 14692	Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubazioni in plastica vetro-rinforzata.

2. COMPOSIZIONE E COMPONENTI DELL'IMPIANTO

La rete di idranti comprenderà i seguenti componenti principali:

- alimentazione idrica;
- rete di tubazioni fisse, ad anello, permanentemente in pressione, ad uso esclusivo antincendio;
- n° 1 attacchi di mandata per autopompa;
- valvole di intercettazione;
- Uni 45.

Tutti i componenti saranno costruiti, collaudati e installati in conformità alla specifica normativa vigente, con una pressione nominale relativa sempre superiore a quella massima che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore di 1.2 MPa (12 bar).

3. VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

Le valvole di intercettazione, qualunque esse siano, saranno di tipo indicante la posizione di apertura/chiusura e conformi alle UNI EN 1074 ove applicabile. Per tubazioni maggiori di DN 100 non saranno installate valvole con azionamento a leva (90°) prive di riduttore.

4. TERMINALI UTILIZZATI

Idranti a muro DN 45

Gli idranti a muro saranno conformi alla UNI EN 671-2, adeguatamente protetti. Le cassette saranno complete di rubinetto DN 40, lancia a getto regolabile con ugello da 13 e tubazione flessibile da 20 m completa di relativi raccordi. Le attrezzature saranno permanentemente collegate alla valvola di intercettazione.

5. TUBAZIONI PER IDRANTI E NASPI

Le tubazioni flessibili antincendio saranno conformi alla **UNI EN 14540** (DN 45) e alla **UNI 9487** (DN 70).

6. ATTACCHI DI MANDATA PER AUTOPOMPA

Ogni attacco per autopompa comprenderà i seguenti elementi:

- uno o più attacchi di immissione conformi alla specifica normativa di riferimento, con diametro non inferiore a DN 70, dotati di attacchi a vite con girello UNI 804 e protetti contro l'ingresso di corpi estranei nel sistema; nel caso di due o più attacchi saranno previste valvole di sezionamento per ogni attacco;
- valvola di intercettazione, aperta, che consenta l'intervento sui componenti senza svuotare l'impianto;
- valvola di non ritorno atto ad evitare fuoriuscita d'acqua dall'impianto in pressione;
- valvola di sicurezza tarata a 12 bar, per sfogare l'eventuale sovra-pressione dell'autopompa.

Esso sarà accessibile dalle autopompe in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio: nel caso fosse necessario installarli sottosuolo, il pozzetto sarà apribile senza difficoltà ed il collegamento agevole; inoltre sarà protetto da urti o altri danni meccanici e dal gelo e ancorato al suolo o ai fabbricati.
L'attacco sarà contrassegnato in modo da permettere l'immediata individuazione dell'impianto che alimenta e sarà segnalato mediante cartelli o iscrizioni riportanti la seguente targa:

ATTACCO DI MANDATA PER AUTOMPOMPA
Pressione massima 1.2 MPa
RETE _____

7. INSTALLAZIONE

TUBAZIONI

Le tubazioni saranno installate tenendo conto dell'affidabilità che il sistema deve offrire in qualunque condizione, anche in caso di manutenzione e in modo da non risultare esposte a danneggiamenti per urti meccanici.

Ancoraggio

Le tubazioni fuori terra saranno ancorate alle strutture dei fabbricati a mezzo di adeguati sostegni, come indicati al paragrafo 3.2 della presente relazione.

Drenaggi

Tutte le tubazioni saranno svuotabili senza dovere smontare componenti significative dell'impianto.

Alloggiamento delle tubazioni fuori terra

Le tubazioni fuori terra saranno installate in modo da essere sempre accessibili per interventi di manutenzione. In generale esse non attraverseranno aree con carico di incendio superiore a 100 MJ/m^2 che non siano protette dalla rete idranti stessa. In caso contrario si provvederà ad adottare le necessarie protezioni.

Attraversamento di strutture verticali e orizzontali

Nell'attraversamento di strutture verticali e orizzontali, quali pareti o solai, saranno previste le necessarie precauzioni atte ad evitare la deformazione delle tubazioni o il danneggiamento degli elementi costruttivi derivanti da dilatazioni o da cedimenti strutturali.

Tubazioni Interrate

Le tubazioni interrate saranno installate tenendo conto della necessità di protezione dal gelo e da possibili danni meccanici e in modo tale che la profondità di posa non sia minore di 0.8 m dalla generatrice superiore della tubazione. Se in qualche punto tale profondità non è possibile, si provvederà ad adottare le necessarie precauzione contro urti e gelo. Particolare cura sarà posta nei riguardi della protezione delle tubazioni contro la corrosione anche di origine elettrochimica.

SOSTEGNI

Il tipo il materiale ed il sistema di posa dei sostegni delle tubazioni saranno tali da assicurare la stabilità dell'impianto nelle più severe condizioni di esercizio ragionevolmente prevedibili. In particolare:

- i sostegni saranno in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in fase di erogazione;
- il materiale utilizzato per qualunque componente del sostegno sarà non combustibile;
- i collari saranno chiusi attorno ai tubi;
- non saranno utilizzati sostegni aperti (come ganci a uncino o simili);
- non saranno utilizzati sostegni ancorati tramite graffe elastiche;
- non saranno utilizzati sostegni saldati direttamente alle tubazioni ne avvitati ai relativi raccordi.

Posizionamento

Ciascun tronco di tubazione sarà supportato da un sostegno, ad eccezione dei tratti di lunghezza minore di 0.6 m, dei montanti e delle discese di lunghezza minore a 1 m per i quali non sono richiesti sostegni specifici. In generale, a garanzia della stabilità del sistema, la distanza tra due sostegni non sarà maggiore di 4 m per tubazioni di dimensioni minori a DN 65 e 6 m per quelle di diametro maggiore.

Dimensionamento

Le dimensioni dei sostegni saranno appropriate e rispetteranno i valori minimi indicati dal prospetto 4 della **UNI 10779**.

DN	Minima sezione netta mm^2	Spessore minimo mm	Dimensioni barre filettate mm
Fino a 50	15	2.5	M 8
50 – 100	25	2.5	M 10
100 – 150	35	2.5	M 12
150 – 200	65	2.5	M 16
200 - 250	75	2.5	M 20

VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

Le valvole di intercettazione della rete di idranti saranno installate in posizione facilmente accessibile e segnalata. La loro distribuzione nell'impianto sarà accuratamente studiata in modo da consentire l'esclusione di parti di impianto per manutenzione o modifica, senza dovere ogni volta metterlo completamente fuori servizio. Una, primaria, sarà posizionata in ogni collettore di alimentazione, onde garantire la possibilità di chiudere l'intero impianto in caso di necessità. Tutte le valvole di intercettazione saranno bloccate mediante apposito sigillo nella posizione di normale funzionamento, oppure sorvegliate mediante dispositivo di controllo a distanza.

TERMINALI

Per la protezione interna, ogni terminale sarà posizionato in modo che ogni parte dell'attività sia raggiungibile con il getto d'acqua di almeno uno di essi. Essi saranno ben visibili e facilmente raggiungibili. In generale:

1. ogni apparecchio non proteggerà più di 1000 mq;
2. ogni punto protetto disterà al massimo 20 m dagli idranti;

Su tutti gli idranti terminali di diramazioni aperte su cui ci sono almeno due idranti, sarà installato un manometro di prova, completo di valvola porta manometro, così che si possa individuare la presenza di pressione all'interno della rete installata e, soprattutto, il valore di pressione residua al terminale di riferimento. In ogni caso il manometro sarà installato al terminale più sfavorito.

SEGNALAZIONI

Ogni componente della rete sarà adeguatamente segnalato, secondo le normative vigenti. Tutte le valvole di intercettazione riporteranno chiaramente indicata la funzione e l'area controllata dalla valvola stessa. Nel locale antincendio sarà esposto un disegno "as built" della rete antincendio con particolari indicazioni relativamente alle valvole di intercettazioni delle varie sezioni dell'anello antincendio.

8. PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

La misurazione e la natura del carico di incendio, l'estensione delle zone da proteggere, la probabile velocità di propagazione e sviluppo dell'incendio, il tipo e la capacità dell'alimentazione disponibile e la presenza di una rete idrica pubblica predisposta per il servizio antincendio sono i fattori di cui si è tenuto conto nella progettazione della rete di idranti.

DIMENSIONAMENTO DELLA RETE IDRICA

Il calcolo idraulico della rete di tubazioni consente di dimensionare ogni tratto di tubazione in base alle perdite di carico distribuite e localizzate che si hanno in quel tratto. Esso è stato eseguito sulla base dei dati geometrici (lunghezze dei tratti della rete, dislivelli geodetici, diametri nominali delle tubazioni), portando alla determinazione di tutte le caratteristiche idrauliche dei tratti (portata, perdite distribuite e concentrate) e quindi della prevalenza e della portata totali necessari della potenza minima della pompa da installare a monte rete.

E' stata inoltre eseguita la verifica della velocità massima raggiunta dall'acqua in tutti i tratti della rete; in particolare è stato verificato che essa non superi in nessun tratto il valore di 10.00 m/sec.

Perdite di Carico Distribuite

Le perdite di tipo distribuito sono state valutate secondo la seguente formula di Hazen-Williams:

$$H_d = \frac{60500000 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

dove:

60500000 = coefficiente di Hazen - Williams secondo il sistema S.I. (con pressione in MPa)

H_d = perdite distribuite	[bar]
Q = portata nel tratto	[l/min]
L = lunghezza geometrica del tratto	[m]
D = diametro della condotta	[mm]
C = coefficiente di scabrezza	

Descrizione	C (Nuovo)	C (Usato)
A8L-ACCIAIO non legato UNI 8863 Serie Leggera	120	84

Perdite di Carico Concentrate

Le perdite di carico concentrate sono dovute ai raccordi, curve, pezzi a T e raccordi a croce, attraverso i quali la direzione del flusso subisce una variazione di 45° o maggiore (escluse le curve ed i pezzi a T sui quali sono direttamente montati gli erogatori);

Esse sono state trasformate in "*lunghezza di tubazione equivalente*" come specificato nella norma UNI 10779 ed aggiunte alla lunghezza reale della tubazione di uguale diametro e natura. Nella determinazione delle perdite di carico localizzate si è tenuto conto che:

- quando il flusso attraversa un Ti e un raccordo a croce senza cambio di direzione, le relative perdite di carico possono essere trascurate;
- quando il flusso attraversa un Ti e un raccordo a croce in cui, senza cambio di direzione, si ha una riduzione della sezione di passaggio, è stata presa in considerazione la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione di uscita (la minore) del raccordo medesimo;
- quando il flusso subisce un cambio di direzione (curva, Ti o raccordo a croce), è stata presa in considerazione la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione d'uscita.

Per il calcolo viene impostata la prevalenza residua minima da assicurare ad ogni singolo terminale. In funzione della portata minima indicata dalle norme, poi si procede alla corretta scelta del coefficiente di efflusso, compatibilmente a quelli in commercio e indicati dai costruttori secondo norme CEE. Il calcolo idraulico ci porterà quindi ad avere, per ogni terminale considerato attivo, e in funzione del K impostato, la pressione reale e, conseguentemente, la relativa portata reale.
A tal proposito, non è superfluo specificare che, nel calcolo che viene di seguito riportato, sono stati considerati esclusivamente quei terminali che, secondo norma, nel loro funzionamento simultaneo dovranno garantire al bocchello sfavorito le condizioni idrauliche minime appena citate.

DATI DI CALCOLO DELLA RETE

Per l'individuazione degli elementi della rete si è proceduto alla numerazione dei nodi e dei lati dei tratti.

La rete è a maglia, con anelli aventi quindi uno o più lati in comune. Per la determinazione delle grandezze idrauliche della rete a maglia è stato utilizzato il metodo iterativo di Hardy-Cross, in cui le portate iniziali fittizie sono state determinate mediante un sistema di equazioni di moto ai tratti (DeltaP = K x Q x |Q|) e di equilibrio ai nodi (Sum (Q) = 0). Una volta definite le portate iniziali si è avviata la reiterazione di Hardy-Cross tenendo conto nei lati comuni delle portate correttive fittizie dei due anelli che fanno capo ai lati comuni stessi. Il processo iterativo viene concluso quando tutte le portate correttive dei vari anelli risultano inferiori a 0.01. Per la determinazione delle pressioni si è, infine, proceduto analogamente mediante sistema.

Le tubazioni utilizzate per la costruzione della rete antincendio sono:

Sigla	Descrizione	C (Nuovo)	C (Usato)
A8L	ACCIAIO non legato UNI 8863 Serie Leggera	120	84

Numero Tratto Rete	Nodi	Lunghezza [m]	Tipo Materiale Tubi	Dislivello [m]
10A	10A-11A	7.86	A8L	0.40
11A	12A-11A	34.15	A8L	0.00
12A	13A-12A	10.19	A8L	0.00
13A	14A-13A	2.30	A8L	2.30
14A	14A-15A	0.20	A8L	0.00
15A	13A-16B	1.40	A8L	1.40
21A	12A-68A	19.11	A8L	0.00
22A	23A-68A	78.50	A8L	0.00
23A	65A-23A	2.30	A8L	2.30
25A	26A-23A	36.74	A8L	0.00
26A	26A-27A	11.07	A8L	0.00
27A	28A-27A	2.30	A8L	2.30
28A	28A-29A	0.20	A8L	0.00
29A	30A-27A	56.20	A8L	0.00
30A	31A-30A	2.31	A8L	2.30
31A	31A-32A	0.20	A8L	0.00
32A	30A-33A	30.67	A8L	0.00
33A	33A-34A	2.30	A8L	2.30
34A	34A-35A	0.20	A8L	0.00
35A	33A-36B	1.40	A8L	1.40
42A	33A-43A	5.80	A8L	0.00
43A	44A-43A	2.90	A8L	0.00
44A	11A-44A	0.40	A8L	0.00
45A	30A-45B	1.40	A8L	1.40
52A	27A-52B	1.40	A8L	1.40
59A	23A-59B	1.40	A8L	1.40
65A	65A-67A	0.20	A8L	0.00
1B	2B-1B	3.51	A8L	2.20
2B	2B-3B	5.00	A8L	0.00
3B	3B-4B	10.20	A8L	0.00
4B	4B-5B	1.00	A8L	1.00
5B	5B-6B	0.50	A8L	0.00
6B	2B-7B	0.26	A8L	0.00
7B	7B-8B	5.71	A8L	0.00
8B	8B-9B	22.00	A8L	0.00
9B	9B-10A	2.80	A8L	2.80
16B	16B-17B	2.00	A8L	2.40
17B	17B-18B	0.20	A8L	0.00
18B	17B-19C	2.60	A8L	2.60
36B	36B-37B	2.00	A8L	2.40
37B	37B-38B	0.20	A8L	0.00
38B	37B-39C	2.60	A8L	2.60
46B	45B-46B	2.00	A8L	2.40
47B	46B-47B	0.20	A8L	0.00
48B	46B-48C	2.60	A8L	2.60
53B	52B-53B	2.00	A8L	2.40
54B	53B-54B	0.20	A8L	0.00
55B	53B-55C	2.60	A8L	2.60

Numero Tratto Rete	Nodi	Lunghezza [m]	Tipo Materiale Tubi	Dislivello [m]
60B	59B-60B	2.00	A8L	2.40
61B	60B-61B	0.20	A8L	0.00
62B	60B-62C	2.60	A8L	2.60
19C	19C-20C	2.40	A8L	6.70
20C	20C-21C	12.70	A8L	0.00
40C	39C-41C	4.30	A8L	6.70
41C	41C-42C	0.20	A8L	0.00
50C	48C-50C	4.30	A8L	6.70
51C	50C-51C	0.20	A8L	0.00
57C	55C-57C	4.30	A8L	6.70
58C	57C-58C	0.20	A8L	0.00
63C	62C-63C	4.30	A8L	6.70
64C	63C-64C	0.20	A8L	0.00

Nella rete sono stati inseriti i seguenti terminali, di cui si riportano in dettaglio le relative caratteristiche:

Nodo Terminale	Tipo Terminale	Attivo	Quota Nodo [m]	Portata Richiesta [l/min]	Prevalenza Minima [bar]	K [bar]
15A	Uni 45	No	-2.50	120.21	2.00	85.00
29A	Uni 45	No	-2.50	120.21	2.00	85.00
32A	Uni 45	No	-2.50	120.21	2.00	85.00
35A	Uni 45	No	-2.50	120.21	2.00	85.00
67A	Uni 45	No	-2.50	120.21	2.00	85.00
18B	Uni 45	Si	3.60	120.21	2.00	85.00
38B	Uni 45	No	3.60	120.21	2.00	85.00
47B	Uni 45	No	3.60	120.21	2.00	85.00
54B	Uni 45	Si	3.60	120.21	2.00	85.00
61B	Uni 45	Si	3.60	120.21	2.00	85.00
21C	Uni 45	Si	12.90	120.21	2.00	85.00
42C	Uni 45	Si	12.90	120.21	2.00	85.00
51C	Uni 45	Si	12.90	120.21	2.00	85.00
58C	Uni 45	Si	12.90	120.21	2.00	85.00
64C	Uni 45	Si	12.90	120.21	2.00	85.00

Di questi sono stati considerati attivi ai fini del calcolo i seguenti terminali. Si ricorda che, applicando la norma, ad ogni terminale è stato considerata una perdita concentrata di 0.3 bar (30 KPa) all'attacco:

Nodo	Tipo Erogatore	K [bar]	Lunghezza Manichetta [m]	Diametro Bocchello [mm]	Perdita Carico Aggiuntiva [bar]
15A	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.00
29A	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.00
32A	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.00
35A	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.00
67A	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.00
18B	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.17
38B	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.00
47B	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.00
54B	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.16
61B	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.15
21C	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.12
42C	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.13
51C	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.13

58C	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.12
64C	Uni 45	85.00	20.00	13.00	0.11

Sono stati considerati anche i pezzi speciali inseriti in ciascun ramo della rete così come il dislivello geodetico che esiste tra la rete stessa. La seguente tabella mostra la tipologia e il numero dei pezzi speciali inseriti in rete, che generano perdite di carico concentrate:

A = Curve a 45°
B = Curve a 90°
C = Curve larghe a 90°
D = Pezzi a T o Croce
E = Saracinesche
F = Valvole di non ritorno
G = Valvole a farfalla

#	Pezzi speciali	L Eq. [m]	#	Pezzi speciali	L Eq. [m]	#	Pezzi speciali	L Eq. [m]
10A	B	3.00	**11A**	D	4.50	**12A**	D	3.60
13A	D	2.40	**14A**	B	1.20	**15A**	D	3.60
21A	D	3.60	**22A**	3*B	5.40	**23A**	D	2.40
25A	D	1.50	**26A**	B	0.60	**27A**	D	2.40
28A	B	1.20	**29A**		0.00	**30A**		0.00
31A	B	1.20	**32A**	B	2.10	**33A**		0.00
34A	B	1.20	**35A**	D	3.00	**42A**		0.00
43A	B	3.00	**44A**	B, D	9.00	**45A**		0.00
52A	D	3.60	**59A**	D	3.00	**65A**	B	1.20
1B		0.00	**2B**	D	3.60	**3B**	B	1.80
4B		0.00	**5B**	B	1.80	**6B**	F	6.60
7B		0.00	**8B**	B	3.00	**9B**	B	3.00
16B		0.00	**17B**		0.00	**18B**		0.00
36B		0.00	**37B**		0.00	**38B**		0.00
46B		0.00	**47B**		0.00	**48B**		0.00
53B		0.00	**54B**		0.00	**55B**		0.00
60B	B	1.50	**61B**		0.00	**62B**		0.00
19C		0.00	**20C**	2*B	2.40	**40C**		0.00
41C	B	1.20	**50C**		0.00	**51C**	B	1.20
57C		0.00	**58C**	B	1.20	**63C**		0.00
64C	B	1.20						

9. RISULTATI DI CALCOLO

E' stato effettuato il calcolo con i dati del paragrafo precedente, nell'ipotesi di limitazione della velocità dell'acqua nei tubi al valore massimo di 10.00 m/sec. Sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Portata Impianto : **1081.82 l/min**

Pressione Impianto: **4.23 bar**

DATI IDRAULICI TUBAZIONE

N. Tratto	Nodi	Mat.	Stato	Lung [m]	L Eq. [m]	DN [mm - inch]	Diam. Interno [mm]	Press NI [bar]	Press NF [bar]	Dislivello [m]	Hd [bar]	Hc [bar]	H Disl [bar]	Portata [l/min]	Velocità [m/sec]
10A	10A-11A	A8L	Nuovo	7.86	3.00	100 mm [4"]	106.30	4.07	3.98	0.40	0.04	0.01	0.04	1081.82	2.03
11A	11A-12A	A8L	Nuovo	34.15	4.50	80 mm [3"]	81.70	3.98	3.80	0.00	0.16	0.02	0.00	529.77	1.68
12A	12A-13A	A8L	Nuovo	10.19	3.60	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.80	3.76	0.00	0.03	0.01	0.00	277.39	1.21
15A	13A-16B	A8L	Nuovo	1.40	3.60	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.76	3.60	1.40	0.00	0.01	0.14	277.39	1.21
21A	12A-68A	A8L	Nuovo	19.11	3.60	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.80	3.74	0.00	0.05	0.01	0.00	252.38	1.10
22A	68A-23A	A8L	Nuovo	78.50	5.40	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.74	3.53	0.00	0.20	0.01	0.00	252.38	1.10
25A	26A-23A	A8L	Nuovo	36.74	1.50	20 mm [3/4"]	22.30	3.63	3.53	0.00	0.10	0.00	0.00	13.21	0.56
26A	27A-26A	A8L	Nuovo	11.07	0.60	20 mm [3/4"]	22.30	3.67	3.63	0.00	0.03	0.00	0.00	13.21	0.56
29A	30A-27A	A8L	Nuovo	56.20	0.00	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.85	3.67	0.00	0.18	0.00	0.00	288.61	1.26
32A	33A-30A	A8L	Nuovo	30.67	2.10	80 mm [3"]	81.70	3.95	3.85	0.00	0.09	0.01	0.00	419.19	1.33
35A	33A-36B	A8L	Nuovo	1.40	3.00	50 mm [2"]	53.90	3.95	3.80	1.40	0.00	0.01	0.14	132.86	0.97
42A	43A-33A	A8L	Nuovo	5.80	0.00	100 mm [4"]	106.30	3.95	3.95	0.00	0.01	0.00	0.00	552.05	1.04
43A	44A-43A	A8L	Nuovo	2.90	3.00	100 mm [4"]	106.30	3.96	3.95	0.00	0.00	0.00	0.00	552.05	1.04
44A	11A-44A	A8L	Nuovo	0.40	9.00	100 mm [4"]	106.30	3.98	3.96	0.00	0.00	0.01	0.00	552.05	1.04
45A	30A-45B	A8L	Nuovo	1.40	0.00	50 mm [2"]	53.90	3.85	3.71	1.40	0.00	0.00	0.14	130.58	0.95
52A	27A-52B	A8L	Nuovo	1.40	3.60	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.67	3.51	1.40	0.00	0.01	0.14	275.40	1.20
59A	23A-59B	A8L	Nuovo	1.40	3.00	50 mm [2"]	53.90	3.53	3.35	1.40	0.01	0.03	0.14	265.59	1.94
1B	1B-2B	A8L	Nuovo	3.51	0.00	100 mm [4"]	106.30	4.23	4.00	2.20	0.02	0.00	0.22	1081.82	2.03
6B	2B-7B	A8L	Nuovo	0.26	6.60	100 mm [4"]	106.30	4.00	3.97	0.00	0.00	0.03	0.00	1081.82	2.03
7B	7B-8B	A8L	Nuovo	5.71	0.00	100 mm [4"]	106.30	3.97	3.94	0.00	0.03	0.00	0.00	1081.82	2.03
8B	8B-9B	A8L	Nuovo	22.00	3.00	100 mm [4"]	106.30	3.94	3.82	0.00	0.11	0.01	0.00	1081.82	2.03
9B	9B-10A	A8L	Nuovo	2.80	3.00	100 mm [4"]	106.30	3.82	4.07	-2.80	0.01	0.01	-0.27	1081.82	2.03
16B	16B-17B	A8L	Nuovo	2.00	0.00	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.60	3.36	2.40	0.01	0.00	0.24	277.39	1.21
17B	17B-18B	A8L	Nuovo	0.20	0.00	50 mm [2"]	53.90	3.36	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	151.94	1.11
18B	17B-19C	A8L	Nuovo	2.60	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.36	3.09	2.60	0.02	0.00	0.26	125.45	1.47
36B	36B-37B	A8L	Nuovo	2.00	0.00	50 mm [2"]	53.90	3.80	3.56	2.40	0.01	0.00	0.24	132.86	0.97
38B	37B-39C	A8L	Nuovo	2.60	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.56	3.28	2.60	0.02	0.00	0.26	132.86	1.56
46B	45B-46B	A8L	Nuovo	2.00	0.00	50 mm [2"]	53.90	3.71	3.47	2.40	0.01	0.00	0.24	130.58	0.95
48B	46B-48C	A8L	Nuovo	2.60	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.47	3.19	2.60	0.02	0.00	0.26	130.58	1.53
53B	52B-53B	A8L	Nuovo	2.00	0.00	65 mm [2 1/2"]	69.70	3.51	3.27	2.40	0.01	0.00	0.24	275.40	1.20
54B	53B-54B	A8L	Nuovo	0.20	0.00	50 mm [2"]	53.90	3.27	3.11	0.00	0.00	0.00	0.00	149.90	1.09
55B	53B-55C	A8L	Nuovo	2.60	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.27	3.00	2.60	0.02	0.00	0.26	125.49	1.47
60B	59B-60B	A8L	Nuovo	2.00	1.50	50 mm [2"]	53.90	3.35	3.08	2.40	0.02	0.01	0.24	265.59	1.94
61B	60B-61B	A8L	Nuovo	0.20	0.00	50 mm [2"]	53.90	3.08	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	145.38	1.06
62B	60B-62C	A8L	Nuovo	2.60	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.08	2.81	2.60	0.02	0.00	0.26	120.21	1.41
19C	19C-20C	A8L	Nuovo	2.40	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.09	2.41	6.70	0.02	0.00	0.66	125.45	1.47
20C	20C-21C	A8L	Nuovo	12.70	2.40	40 mm [1 1/2"]	42.50	2.41	2.18	0.00	0.10	0.02	0.00	125.45	1.47
40C	39C-41C	A8L	Nuovo	4.30	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.28	2.59	6.70	0.04	0.00	0.66	132.86	1.56
41C	41C-42C	A8L	Nuovo	0.20	1.20	40 mm [1 1/2"]	42.50	2.59	2.44	0.00	0.00	0.01	0.00	132.86	1.56
50C	48C-50C	A8L	Nuovo	4.30	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.19	2.50	6.70	0.04	0.00	0.66	130.58	1.53
51C	50C-51C	A8L	Nuovo	0.20	1.20	40 mm [1 1/2"]	42.50	2.50	2.36	0.00	0.00	0.01	0.00	130.58	1.53
57C	55C-57C	A8L	Nuovo	4.30	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	3.00	2.31	6.70	0.03	0.00	0.66	125.49	1.47
58C	57C-58C	A8L	Nuovo	0.20	1.20	40 mm [1 1/2"]	42.50	2.31	2.18	0.00	0.00	0.01	0.00	125.49	1.47
63C	62C-63C	A8L	Nuovo	4.30	0.00	40 mm [1 1/2"]	42.50	2.81	2.12	6.70	0.03	0.00	0.66	120.21	1.41
64C	63C-64C	A8L	Nuovo	0.20	1.20	40 mm [1 1/2"]	42.50	2.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	120.21	1.41

DATI IDRANTI ATTIVI

N° Terminale	Tipo	K [bar]	Portata reale [l/min]	Prevalenza Reale [bar]
18B	Uni 45	85.00	151.94	3.20
54B	Uni 45	85.00	149.90	3.11
61B	Uni 45	85.00	145.38	2.93
21C	Uni 45	85.00	125.45	2.18
42C	Uni 45	85.00	132.86	2.44
51C	Uni 45	85.00	130.58	2.36
58C	Uni 45	85.00	125.49	2.18
64C	Uni 45	85.00	120.21	2.00

DATI IDRANTI ATTIVI

#	Tipo	Quota [m]	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]	#	Tipo	Quota [m]	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]
11A	Nodo	-0.20	3.98	1081.82	**12A**	Nodo	-0.20	3.80	529.77
26A	Nodo	-0.20	3.63	13.21	**43A**	Nodo	-0.20	3.95	552.05
44A	Nodo	-0.20	3.96	552.05	**68A**	Nodo	-0.20	3.74	252.38
1B	Pompa	0.00	4.23	1081.82	**2B**	Nodo	2.20	4.00	1081.82
7B	Valvola	2.20	3.97	1081.82	**8B**	Nodo	2.20	3.94	1081.82
20C	Nodo	12.90	2.41	125.45	**41C**	Nodo	12.90	2.59	132.86
50C	Nodo	12.90	2.50	130.58	**57C**	Nodo	12.90	2.31	125.49
63C	Nodo	12.90	2.12	120.21					

RIASSUNTO DIAMETRI

Numero Tratto	DN/DE	Diam. Interno [mm]	Numero Tratto	DN/DE	Diam. Interno [mm]	Numero Tratto	DN/DE	Diam. Interno [mm]	Numero Tratto	DN/DE	Diam. Interno [mm]
10A	100 mm [4"]	106.30	**11A**	80 mm [3"]	81.70	**12A**	65 mm [2 1/2"]	69.70	**13A**	40 mm [1 1/2"]	42.50
14A	40 mm [1 1/2"]	42.50	**15A**	65 mm [2 1/2"]	69.70	**21A**	65 mm [2 1/2"]	69.70	**22A**	65 mm [2 1/2"]	69.70
23A	40 mm [1 1/2"]	42.50	**25A**	20 mm [3/4"]	22.30	**26A**	20 mm [3/4"]	22.30	**27A**	40 mm [1 1/2"]	42.50
28A	40 mm [1 1/2"]	42.50	**29A**	65 mm [2 1/2"]	69.70	**30A**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**31A**	40 mm [1 1/2"]	42.50
32A	80 mm [3"]	81.70	**33A**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**34A**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**35A**	50 mm [2"]	53.90
42A	100 mm [4"]	106.30	**43A**	100 mm [4"]	106.30	**44A**	100 mm [4"]	106.30	**45A**	50 mm [2"]	53.90
52A	65 mm [2 1/2"]	69.70	**59A**	50 mm [2"]	53.90	**65A**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**1B**	100 mm [4"]	106.30
2B	65 mm [2 1/2"]	69.70	**3B**	65 mm [2 1/2"]	69.70	**4B**	65 mm [2 1/2"]	69.70	**5B**	65 mm [2 1/2"]	69.70
6B	100 mm [4"]	106.30	**7B**	100 mm [4"]	106.30	**8B**	100 mm [4"]	106.30	**9B**	100 mm [4"]	106.30
16B	65 mm [2 1/2"]	69.70	**17B**	50 mm [2"]	53.90	**18B**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**36B**	50 mm [2"]	53.90
37B	40 mm [1 1/2"]	42.50	**38B**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**46B**	50 mm [2"]	53.90	**47B**	40 mm [1 1/2"]	42.50
48B	40 mm [1 1/2"]	42.50	**53B**	65 mm [2 1/2"]	69.70	**54B**	50 mm [2"]	53.90	**55B**	40 mm [1 1/2"]	42.50
60B	50 mm [2"]	53.90	**61B**	50 mm [2"]	53.90	**62B**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**19C**	40 mm [1 1/2"]	42.50
20C	40 mm [1 1/2"]	42.50	**40C**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**41C**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**50C**	40 mm [1 1/2"]	42.50
51C	40 mm [1 1/2"]	42.50	**57C**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**58C**	40 mm [1 1/2"]	42.50	**63C**	40 mm [1 1/2"]	42.50
64C	40 mm [1 1/2"]	42.50									

10. ALIMENTAZIONI

L'alimentazione è assicurata da un gruppo di pompaggio di surpressione ad uso solo dell'impianto antincendio. L'acquedotto, come richiesto dalla norma, è infatti in grado di fornire da solo, all'ingresso pompa, la portata massima più il 20% ad una pressione minima di 0.5 bar, come testimonia la prova misurata in periodo di massima richiesta dell'acquedotto. Inoltre si dispone dell'autorizzazione dell'Ente erogante per poter operare in tal senso. Laddove dovesse essere prevista una sola pompa, sarà creato un collegamento by-pass con dimensione uguale a quella del tubo di collegamento dell'alimentazione idrica con la pompa e saranno apposte una valvola di non ritorno e due valvole di intercettazione.Sono garantite le prestazioni minime di pressione e portata per qualunque area di calcolo, considerando anche un valore di pressione **superiore di 0.5 bar (50 KPa)** rispetto al valore di pressione più alto, qui indicato (al netto dei 0.5 bar):

Portata = **1081.82 l/min**

Pressione = **4.23 bar**

La curva caratteristica portata – prevalenza, come si evince dai fogli allegati, è tale che la prevalenza diminuisca costantemente con l'aumentare della portata e che la stessa, a mandata chiusa, coincida con il valore massimo in grado di essere fornito dal gruppo.

Dato il valore di portata massima richiesta dall'impianto, la riserva idrica necessaria a garantire una durata di funzionamento di **60.00 min** è **65.00 m³**.

11. INSTALLAZIONE DEL GRUPPO DI POMPAGGIO

Il gruppo di pompaggio, fisso ad avviamento automatico, e tutto l'impianto idrico risultano essere conformi a quanto disposto dalla norma **UNI EN 12845** e sarà collegata ad un serbatoio di accumulo, in posizione sottobattente. Almeno due terzi della capacità effettiva del serbatoio di aspirazione sarà al di sopra del livello dell'asse della pompa e, comunque, l'asse della pompa non sarà a più di due metri al di sopra del livello minimo dell'acqua nel serbatoio o vasca di aspirazione. Il livello minimo dell'acqua nella riserva sarà di circa 0,5 m per evitare che la pompa entri in contatto con le impurità e i fanghi che si formeranno sul fondo della riserva.

La condotta di aspirazione sarà orizzontale o avrà comunque pendenza in salita verso la pompa: per evitare la formazione di sacche d'aria sulla condotta stessa, sarà installato un vuoto-manometro in vicinanza della bocca di aspirazione della pompa stessa. Inoltre sarà garantito che l' NPSH disponibile all'ingresso della pompa superi l' NPSH richiesto di almeno 1 m con la massima portata richiesta e alla massima temperatura dell'acqua.

Il diametro della tubazione di aspirazione non sarà inferiore a 65 mm e, contemporaneamente, sarà tale da garantire che la velocità non superi 1,8 m/s quando la pompa sta funzionando alla massima portata richiesta.

La condotta di mandata di ciascuna pompa sarà direttamente collegata al collettore di alimentazione dell'impianto e corredata nell'ordine di:

- un manometro tra la bocca di mandata della pompa e la valvola di non-ritorno;
- una valvola di non-ritorno posta nelle immediate vicinanze della pompa, con a monte il relativo rubinetto di prova;
- un tubo di prova con relativa valvola di prova e misuratore di portata con scarica a vista; saranno inoltre previsti degli attacchi per verificare la taratura dell'apparecchio tramite un misuratore portatile;
- un collegamento al dispositivo di avviamento automatico della pompa ;
- una valvola di intercettazione.

Le pompe saranno ad avviamento automatico e funzioneranno in continuo finché saranno arrestate manualmente. Saranno previsti dispositivi per il mantenimento di una circolazione continua d'acqua attraverso la/le pompe per evitarne il surriscaldamento quando il funzionamento è a mandata chiusa.

12. AVVIAMENTO DELLA POMPA E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Saranno installati due pressostati per ciascuna pompa, in modo tale che l'attivazione di uno dei due azionerà la pompa. Dovranno essere installati dispositivi, per ciascun pressostato, per avviamento manuale di ogni pompa mediante simulazione di una caduta di pressione nel collettore di alimentazione dell'impianto.

La prima pompa si avvierà automaticamente quando la pressione nella condotta principale scende ad un valore non inferiore all'80% della pressione a mandata chiusa. Se il gruppo sarà costituito da due o più pompe, sarà fatto in modo che le altre si avvieranno prima che la pressione scenda ad un valore non inferiore al 60%. Una volta che la pompa è avviata continuerà a funzionare fino a quando sarà fermata manualmente.

Ogni caduta di pressione, tale da provocare avviamento di una o più pompe, azionerà contemporaneamente un segnale di allarme acustico e luminoso in locale permanentemente controllato; l'avviamento della pompa non provocherà la tacitazione del segnale; l'alimentazione elettrica di tale dispositivo di allarme sarà indipendente da quella delle elettropompe e dalle batterie di accumulatori utilizzate per avviamento delle eventuali motopompe di alimentazione dell'impianto.

13. MOTORI

I motori del gruppo di pompaggio saranno esclusivamente di tipo elettrico.Il motore elettrico avrà alimentazione elettrica disponibile in ogni tempo e con quella al quadro di controllo esclusivamente dedicata al gruppo di pompaggio sprinkler e separata da tutti gli altri collegamenti. Se sarà consentito dal gestore della rete elettrica, l'alimentazione per il quadro di controllo della pompa sarà presa a monte dell'interruttore generale dell'alimentazione ai fabbricati, altrimenti mediante il collegamento all'interruttore generale. I fusibili del quadro di controllo della pompa saranno ad alta capacità di rottura e tutti i cavi protetti contro il fuoco e i danni meccanici con tratti singoli privi di giunzioni.

Il **quadro elettrico principale** è stato previsto in un compartimento antincendio utilizzato esclusivamente per l'alimentazione elettrica e l'installazione dei collegamenti avverrà in modo tale che l'isolamento di tutti i servizi non comporti l'isolamento anche del quadro di controllo della pompa. Tutti gli interruttori installati sulla linea di alimentazione della pompa antincendio, adeguatamente segnalati con apposita etichetta con, saranno bloccati per proteggerli da eventuali manomissioni.

Il **quadro di controllo** della pompa, posto nello stesso compartimento della stessa, sarà in grado di avviare automaticamente il motore quando riceve un segnale dai pressostati, avviare e arrestare il motore con azionamento manuale. I contatti saranno in conformità con la categoria di utilizzo **AC-4** secondo **EN 60947-1** e **EN 60947-4.**

Saranno infine **monitorate**, e indicate visivamente e singolarmente, le seguenti condizioni:

- disponibilità dell'alimentazione elettrica al motore e, dove alternata (AC), su tutte e tre le fasi;
- richiesta di avviamento pompa;
- pompa in funzione;
- mancato avviamento.

Saranno segnalate acusticamente anche le condizioni di pompa in funzione e allarmi anomalie.

14. STAZIONE DI POMPAGGIO

Trattandosi di "*nuova costruzione*" i locali pompe saranno conformi alla UNI 11292 del 2008. In particolare la stazione pompe sarà ubicata in un apposito locale destinato esclusivamente ad impianti antincendio situati nella

stessa proprietà. Detto locale è separato dai restanti tramite elementi verticali e orizzontali resistenti al fuoco come minimo REI 60 ed ha almeno un accesso dall'esterno, con porta chiusa a chiave. Una copia della chiave dovrà essere disponibile sotto vetro in prossimità dell'ingresso. L'accesso alla stazione pompe sarà impedito a persone non autorizzate: gli addetti tuttavia potranno accedere senza difficoltà in ogni tempo. Una copia della chiave dovrà essere disponibile sotto vetro in prossimità dell'ingresso. L'accesso sarà a mezzo di varco verticale, di altezza minima di 2 m e larghezza di almeno 0.8 m. L'accesso alla stazione pompe sarà impedito a persone non autorizzate: gli addetti tuttavia potranno accedere senza difficoltà in ogni tempo, fermo restando che eventuali scale non saranno di tipo verticale.

All'interno, il locale avrà altezza non inferiore a 2.4 m, salvo laddove sono presenti strutture per il quale sarà concesso scendere localmente a un massimo di 2 m. L'aereazione sarà con aperture grigliate permanenti, con superficie pari almeno ad 1/100 della superficie in pianta del locale e comunque non inferiore a 0.1 m^2.

Il locale sarà protetto da sprinkler con derivazione dal più vicino punto accessibile sul lato a valle della valvola di non ritorno posta sulla mandata della pompa mediante una valvola di intercettazione sussidiaria bloccata in posizione aperta, abbinato ad un flussostato conforme alla EN 12259-5, per fornire un'indicazione visiva ed acustica del funzionamento degli sprinkler. Il dispositivo di allarme sarà installato o sulle stazioni di controllo oppure in luogo presidiato dal personale come ad esempio una portineria. Una valvola di prova e scarico avente un diametro nominale di 15 mm sarà posta a valle dell'allarme di flusso per consentire una prova pratica del sistema di allarme.

Sarà garantita la ventilazione necessaria per i motori. Nella stazione pompe sarà mantenuta una temperatura non minore di 10°C, trattandosi di motopompe, garantendo sempre un'umidità non superiore all'80%. L'impianto di riscaldamento dovrà essere dotato di un termostato cumulato agli altri allarmi del gruppo per avvertire il gestore dell'impianto che la temperatura all'interno del locale ha raggiunto valori non consentiti. Nel locale sarà realizzato un impianto di illuminazione elettrico, che garantisce almeno 200 lux, comprensivo di illuminazione di emergenza con almeno 25 lux per un tempo di 60 minuti, e di presa di corrente monofase distinta da quella dei quadri elettrici delle unità di pompaggio. Sarà inoltre installato un estintore a polvere da 6 kg di potenzialità almeno 34A144BC e, se la potenza installata risulterà superiore a 40 kW, anche un estintore a CO_2 con classe di spegnimento minima 113BC. Nel locale dovrà essere appesa una planimetria plastificata degli elaborati grafici "as built" realizzati a cura dell'installatore. Le chiavi di comando dei quadri di controllo, che non possono essere attaccate ai quadri dovranno essere disposte in apposita cassetta sotto vetro all'interno del locale stesso e una copia, assieme alla chiave di accesso al locale, dovrà essere messa nel locale sempre presidiato. La stazione pompe, le condotte e le relative apparecchiature saranno protetti contro gli urti. Gli spazi disponibili e l'ubicazione dei macchinari dovranno permettere le operazioni di manutenzione, anche in loco e di ispezione senza difficoltà. Per questo motivo sarà garantito uno spazio di almeno 0.8 m lungo 3 lati del gruppo pompe (0.6 m laddove ci sono localmente strutture ingombranti). Se quest'ultimo sarà del tipo preassemblato, e con almeno due macchine, allora tale spazio sarà garantito sui tutti e 4 i lati.

15. SEGNALAZIONI

Accanto alla pompa sarà visibile una scheda dati dell'installatore, con le seguenti informazioni:

a) scheda dati del fornitore della pompa;
b) una tabella che elenca i seguenti dati tecnici:

1. la curva della prevalenza generata;
2. la curva della potenza assorbita;
3. la curva dell'altezza netta assoluta di carico all'aspirazione (NPSH);
4. l'indicazione della potenza disponibile per ogni motore
5. la curva caratteristica pressione/portata del gruppo di pompaggio installato, al manometro "C" della valvola di controllo, in condizioni di livello normale e minimo "X" dell'acqua, e al manometro di uscita della pompa nella condizione di livello normale di acqua;

c) una copia del grafico caratteristico dell'installazione (impianto e pompa);
d) la perdita di pressione, alla portata *Qmax*., tra la mandata della pompa e la stazione di controllo idraulicamente più sfavorita.

Inoltre, ogni interruttore installato sulla linea di alimentazione dedicata alla pompa antincendio sarà etichettato come segue, con lettere bianche su sfondo rosso alte almeno 10 mm:

ALIMENTAZIONE DEL MOTORE DELLA POMPA ANTINCENDIO
NON APRIRE IN CASO DI INCENDIO

In ogni caso la documentazione aggiornata, come i disegni di installazione, gli schemi dell'alimentazione principale e del trasformatore, dei collegamenti per l'alimentazione del pannello di controllo della pompa nonché del motore, dei circuiti di controllo degli allarmi e segnali, deve essere tenuta a disposizione nel locale della stazione di controllo o nella stazione di pompaggio.

16. APPARECCHI DI MISURA

I misuratori di pressione o depressione avranno fondo scala non minore del 150% della massima pressione o depressione di esercizio prevista. Essi saranno collegati alle tubazioni tramite un rubinetto di intercettazione e corredati di un gruppo di prova che consenta il rapido collegamento di strumenti di controllo senza dover intercettare l'alimentazione.

I misuratori di portata saranno di tipo idoneo per la verifica delle alimentazioni secondo i procedimenti indicati nelle UNI ISO 2548 e UNI ISO 3555 con tolleranza 1,5%.
Gli indicatori di livello permetteranno la lettura diretta del livello sul posto; non sono ammesse spie direttamente incorporate nel fasciame dei serbatoi. Per ciascuno dei serbatoi saranno previsti i seguenti 4 galleggianti:

- Galleggiante di arresto della pompa pilota.

- Galleggiante meccanico l'apertura della valvola di reintegro.
- Galleggiante elettrico d'allarme collegato al troppo pieno.
- Galleggiante di allarme in caso di vasca vuota.

17. COLLAUDI E VERIFICHE PERIODICHE

DOCUMENTI DA PRODURRE

La documentazione di progetto sarà costituita dalla presente relazione tecnica e di calcolo, i layout dell'impianto con una planimetria riportante l'esatta ubicazione delle attrezzature, la posizione dei punti di misurazione e i dati tecnici caratterizzanti l'impianto stesso.

La ditta installatrice, poi, avrà cura di rilasciare al committente apposita documentazione comprovante la corretta realizzazione ed installazione dell'impianto secondo progetto; inoltre consegnerà copia del progetto utilizzato per l'installazione, completo di tutti gli elaborati grafici e descrittivi, nonché il manuale d'uso e manutenzione dell'impianto stesso.

COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

Il collaudo includerà le seguenti operazioni:

- Accertamento della rispondenza della installazione al progetto esecutivo presentato;
- Verifica di conformità dei componenti utilizzati;
- Verifica della posa in opera "a regola d'arte";
- Esecuzione delle prove previste dalla norma **UNI 10779**

ESECUZIONE DEL COLLAUDO

Saranno eseguite le seguenti prove minime, previo lavaggio delle tubazioni con velocità dell'acqua non minore di 2 m/sec, e avendo avuto cura di individuare i punti di misurazione, predisponendoli con un attacco per manometro:

- esame generale di ogni parte dell'impianto;
- prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1.5 volte la pressione di esercizio, comunque non inferiore a 14 bar per 2 ore;
- collaudo delle alimentazioni;
- verifica del regolare flusso, aprendo completamente un terminale finale di ogni diramazione principale di almeno 2 terminali;
- verifica delle prestazioni di progetto (portate e pressioni minime) in merito a contemporaneità, durata, ecc.

Per le alimentazioni, il collaudo sarà eseguito in conformità a quanto indicato dalla norma **UNI EN 12845**.

CALCOLO STRUTTURA DI APPOGGIO MODULI PV

NOTA:

Il sovraccarico accidentale del piano di copertura, calpestabile, della Scuola Elementare "Maria Pia" sita in S. Giorgio Jonico (TA) alla Via IV Novembre, è stato considerato pari a 200,00 kg/mq.

I maggiori carichi derivanti dalla fornitura in opera della nuova struttura metallica porta pannelli fotovoltaici in uno con le zavorre e il peso degli stessi pannelli risultano essere inferiori a quello sopra considerato.

Per quanto sopra e in considerazione del comportamento a piastra del solaio di copertura, allo stato non sono necessari interventi di rinforzo e/o adeguamento strutturale dello stesso.

La struttura metallica porta pannelli fotovoltaici, altresì, rientra nella classificazione delle "Opere Minori" di cui alla D.G.R. N.1309/2010 e, pertanto, se ne omette la denuncia al competente Ufficio della Provincia di Taranto.

Lo scrivente, con la presente, declina ogni responsabilità derivante dalla mancanza e/o assenza di manutenzione sia ordinaria che straordinaria, da eventuali modifiche e/o ristrutturazioni apportate successivamente al presente progetto e da ogni altra manomissione che possano comunque interessare la statica della stessa struttura.

Il Tecnico

Ing. Romano DE PACE

CALCOLO STRUTTURA DI APPOGGIO MODULI PV

Ing. Romano De Pace
Via Capecelatro n. 9
74121 - Taranto

Indice

A. PREMESSA 3

A.1. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA 3
A.2. NORMATIVA 3

B. ANALISI DEI CARICHI 4

B.1. PREMESSA 4
B.2. CARICHI PERMANENTI 4
B.3. CARICO DA VENTO 4
B.4. CARICO DA NEVE 5
B.5. COMBINAZIONI DI CARICO 6

C. MODELLAZIONE E ANALISI DELLA STRUTTURA 8

C.1. CRITERI DI MODELLAZIONE E AFFIDABILITÀ DEL SOFTWARE DI CALCOLO 8
C.2. ESTRATTO DEI TABULATI DI CALCOLO 10
C.2.1. MODELLAZIONE DELLE SEZIONI 10
C.2.2. MODELLAZIONE STRUTTURA - NODI 10
C.2.3. MODELLAZIONE STRUTTURA – ELEMENTI TRAVE 12
C.2.4. MODELLAZIONE DELLE AZIONI 13
C.2.5. SCHEMATIZZAZIONE CASI DI CARICO 15
C.2.6. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI 16
C.2.7. RISULTATI GRAFICI 18
C.2.8. VERIFICHE PER ELEMENTI ACCIAIO 20

D. MATERIALI 26

D.1. CARATTERISTICHE 26

A. Premessa

A.1. Descrizione della struttura

La seguente relazione riguarda la verifica di una struttura in acciaio a sostegno di alcuni campi fotovoltaici, da realizzarsi sul solaio di copertura dell'istituto "Maria Pia" sito nel comune di San Giorgio Jonico (TA).

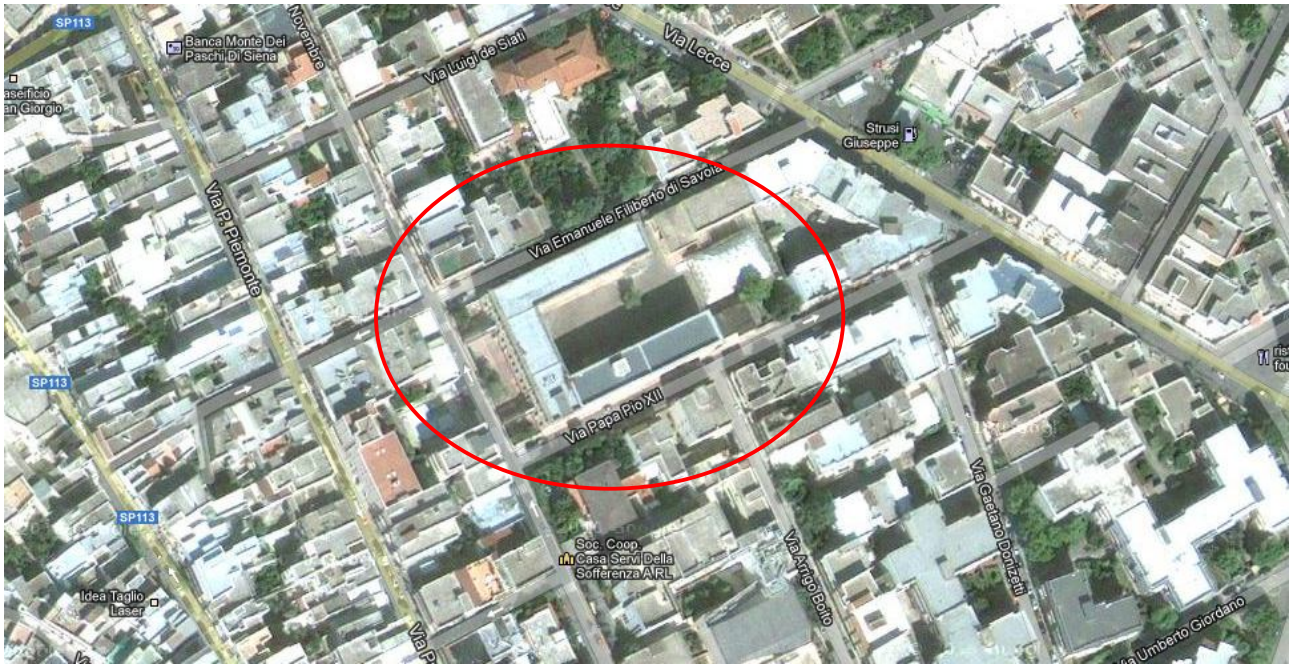


Figura 1 : Localizzaione istituto "Maria Pia"

In particolare trattasi di n. 3 campi fotovoltaici da 2,0x10,0 mt. La disposizione e la posizione delle strutture si evincono dalle tavole grafiche di pertinenza.
Le analisi, con particolare riferimento alla determinazione delle azioni ambientali e delle combinazioni di carico, sono state eseguite in accordo al D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni" e alla Circolare applicativa 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.) "Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".
La portata da sovraccarico accidentale dei solai dovuto ai nuovi carichi, si ritiene verificata in quanto inferiore al sovraccarico accidentale previsto per la copertura esitente e pari a 200 kg/m^2.

A.2. Normativa

Tutti i calcoli e le verifiche riportate nella seguente relazione sono stati elaborati seguendo le prescrizioni della normativa vigente D.M. 14 Gennaio 2008 (G.U. n.29 del 04/02/2008) e della relativa Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n°617 del 2 Febbraio 2009 – "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008".
Si riportano di seguito le fonti normative utilizzate come ulteriore riferimento:

B. Analisi dei carichi

B.1. Premessa

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G. U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni" .
La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.

B.2. Carichi permanenti

I dati relativi ai pannelli fotovoltaici sono relativi a caratterist

CARICHI PERMANENTI			
Peso proprio pannello	Pp	27	daN
Lunghezza pannello	Lp	1,956	m
Altezza pannello	Hp	0,996	m
Peso proprio pannello a m^2	Pp	13,86	daN/m^2
Numero pannelli per campo	10		
Numero campi	3		

B.3. Carico da vento

La determinazione delle azioni esercitate dal vento sull'opera, sviluppata in ottemperanza a quanto prescritto al punto 3.3 e successivi della vigente normativa tecnica, prevede :

1) La caratterizzazione del sito in oggetto e dell'opera;
2) La determinazione della velocità di riferimento, definita come il valore della velocità media su un intervallo di tempo di 10 minuti, del vento, misurata a 10 metri dal suolo, su un terreno di II categoria. Tale velocità corrisponde ad un periodo di ritorno Tr = 50 anni, ovvero ad una probabilità di essere superata in un anno pari al 2%. La velocità di riferimento è data dalla seguente relazione: $v_b = v_{b,0} + k_a * (a_s - a_0)$, in cui a_s rappresenta l'altitudine del sito in oggetto mentre gli altri parametri sono definiti in normativa;
3) Il valore della velocità di riferimento deve essere calibrato per tenere conto degli effetti locali del sito dove è posta la costruzione e dell'altezza dal suolo dei componenti della stessa; tale fase richiede il calcolo del coefficiente di esposizione secondo il par.3.3.7. della normativa.
   Il coefficiente di esposizione $c_e(z)$ è calcolato in base alla seguente relazione:
   - $c_e(z) = k_r^2 c_t ln(z/z_0)[7 + c_t]ln(z/z_0) \quad per\ z \geq z_{min}$
   - $c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad per\ z < z_{min}$

   In cui z rappresenta l'altezza della struttura mentre gli altri parametri sono definiti in normativa in funzione della categoria di esposizione del sito;
4) Il calcolo della pressione del vento secondo le indicazioni presenti nel par.3.3.4. della citata normativa : $p = q_b * c_e * c_p * c_d$, in cui c_d rappresenta il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura, mentre c_p rappresenta il coefficiente di forma;
5) Il calcolo dell'azione tangenziale per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dalla espressione : $p_f = q_b\ c_e\ c_f$, in cui c_f rappresenta il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Il valore della forza applicata ai vari elementi strutturali è definito secondo l'equazione : $F = p * A_{ref}$, dove A_{ref} rappresenta l'area su cui agisce la pressione del vento.

AZIONI DOVUTE AL VENTO			
I - Caratterizzazione del sito			
Altitudine del sito	a_s	75,00	m
Altezza massima della struttura	z	12,00	m
Zona di esposizione		*D*	
Categoria di esposizione		*II*	
II - Calcolo della velocità media			
Zona di riferimento		3	
Velocità media riferita ad a_0	$v_{b,0}$	27,00	m/s
Altitudine media della zona di riferimento	a_0	500,00	m
Coefficiente di altitudine	k_a	0,020	1/s
Velocità media del sito	$\boldsymbol{v_b}$	**27**	**m/s**
III - Calcolo della pressione del vento			
Coefficiente di rugosità	k_r	0,19	
Altezza di riferimento	z_0	0,05	m
Altezza minima	z_{min}	4,00	m
Coefficiente dinamico	c_d	1,00	
Coefficiente di forma	c_p	1,20	
Coefficiente di topografia	c_t	1,00	
Coefficiente di esposizione	c_e	2,47	
Pressione cinetica di riferimento	q_b	455,63	N/m^2
<u>Pressione del vento</u>	$\boldsymbol{p}$	**1350,09**	$\mathbf{N/m^2}$

B.4. Carico da neve

Il carico neve sulla struttura è stato definito in base alle indicazioni riportate al paragrafo 3.4. della vigente normativa, ed in particolare secondo la seguente formulazione : $q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t$, in cui μ_i rappresenta il coefficiente di forma della copertura, C_E il coefficiente di esposizione, C_t il coefficiente termico, q_{sk} il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo fornito dalla normativa in funzione della localizzazione e dell'altitudine del sito per un perioro di ritorno di 50 anni.

AZIONI DOVUTE ALLA NEVE			
I - Caratterizzazione del sito			
Altitudine del sito	a_s	75	m
Zona di riferimento		III	
Classe topografica		Normale	
Angolo di inclinazione della copertura		30	(°)
II - Calcolo del carico neve			
Valore caratteristico al suolo	q_{sk}	0,60	kN/m^2

Coefficiente di forma	μ_1	0,80	
Coefficiente di esposizione	c_e	1	
Coefficiente termico	c_t	1	
Carico neve	$\mathbf{q_s}$	**0,48**	**kN/m²**

B.5. Combinazioni di carico

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + ...$$

dove:

- G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta pretensione e precompressione;
- Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
  - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
  - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;
- ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le 2 combinazioni allo SLU di tipo A1 Strutturale risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{k1} nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati nelle seguenti tabelle:

COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI NELLE VERIFICHE SLU					
Tipologia di carico		Coeff.	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γG_i	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,30	1,00
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	γG_2	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Caichi variabili	favorevoli	γQ_i	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30

COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI	ψ_{0i}	ψ_{1i}
Vento	0,6	0,2
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 2.5.3.
Per le verifiche agli stati limite di esercizio, sono state prodotte due combinazioni di carico tenendo conto della seguente :

- Combinazione rara $$F_d = \sum_{j=1}^{m}\left(G_{Kj}\right) + Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n}\left(\psi_{0i} \cdot Q_{ki}\right) + \sum_{h=1}^{l}\left(P_{kh}\right)$$

dove:

- G_{kj} valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- P_{kh} valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- Q_{kl} valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- Q_{ki} valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- ψ_{0i} coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;

Ai coefficienti ψ_{0i} sono attribuiti i valori riportati nella precedente tabella.

COMBINAZIONI DI CARICO tipo					
Tipologia combinazione		A1 STR	A1 EQU	SLE rara	
MaxNeve	Max Vert.	195,24	15,25	132,01	daN/m^2
	Max Orizz.	60,75	60,75	40,50	daN/m^2
MaxVento	Max Vert.	229,39	12,47	154,77	daN/m^2
	Max Orizz.	101,25	101,25	67,50	daN/m^2

C. Modellazione e analisi della struttura

C.1. Criteri di modellazione e affidabilità del software di calcolo

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.
L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

K * **u** = **F** dove **K** = matrice di rigidezza
u = vettore spostamenti nodali
F = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.
Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.
Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo ***TRUSS*** (biella-D2)
- Elemento tipo ***BEAM*** (trave-D2)
- Elemento tipo ***MEMBRANE*** (membrana-D3)
- Elemento tipo ***PLATE*** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo ***BOUNDARY*** (molla)
- Elemento tipo ***STIFFNESS*** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo ***BRICK*** (elemento solido)
- Elemento tipo ***SOLAIO*** (macro elemento composto da più membrane)

Nel prosieguo si riportano le combinazioni di carico adottate; le configurazioni studiate per la struttura in esame ***sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.***
Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	ENTRY (build 2012-03-158)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza Gratuita per scopi professionali

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli

algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione: 2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.
E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	77
elementi D2 (per aste, travi, pilastri…)	112
elementi D3 (per pareti, platee, gusci…)	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	182.40
Ymin =	0.00
Ymax =	1000.00
Zmin =	0.00
Zmax =	124.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	NO
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Membrane	NO
Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	SI
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	NO

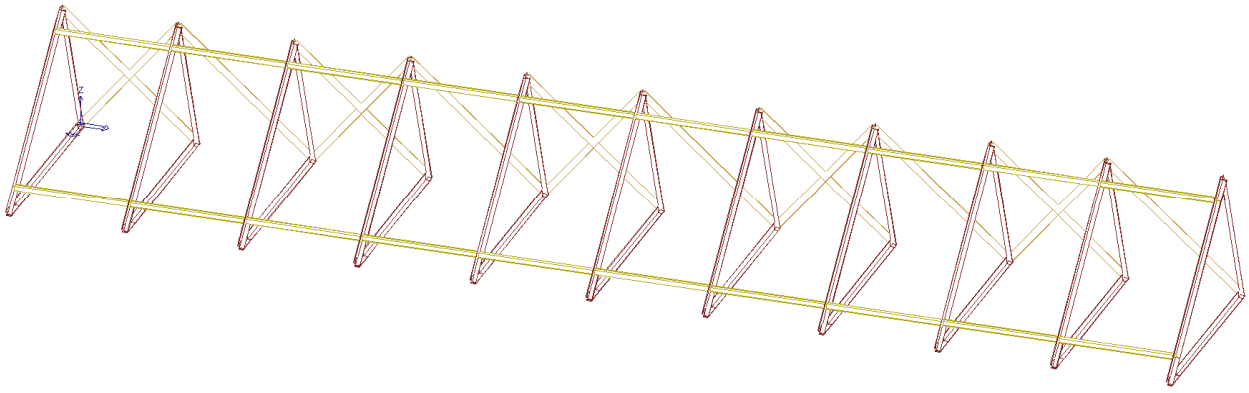


Figura 2 : Vista modello di calcolo

C.2. Estratto dei tabulati di calcolo

C.2.1. Modellazione delle sezioni

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

1 sezione di tipo generico
2 profilati semplici
3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

Id	**Tipo**	**Area**	**A V2**	**A V3**	**Jt**	**J 2-2**	**J 3-3**	**W 2-2**	**W 3-3**	**Wp 2-2**	**Wp 3-3**
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
16	LD 60x40x5	4.79	0.0	0.0	0.40	6.11	17.20	2.02	4.25	4.58	8.16
17	Rettangolare: b=0.80 h =6.00	4.80	4.00	4.00	0.94	0.26	14.40	0.64	4.80	0.96	7.20
18	T.QU 40x3	4.44	0.0	0.0	15.20	10.19	10.19	5.09	5.09	6.17	6.17

C.2.2. Modellazione struttura - Nodi

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.
Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).
Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,…) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,… fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,…) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	0.0	4	182.4	0.0	0.0	5	46.6	0.0	124.0
6	0.0	100.0	0.0	9	182.4	100.0	0.0	10	46.6	100.0	124.0
11	0.0	200.0	0.0	14	182.4	200.0	0.0	15	46.6	200.0	124.0
16	0.0	300.0	0.0	19	182.4	300.0	0.0	20	46.6	300.0	124.0
21	0.0	400.0	0.0	24	182.4	400.0	0.0	25	46.6	400.0	124.0
26	0.0	500.0	0.0	29	182.4	500.0	0.0	30	46.6	500.0	124.0
31	0.0	600.0	0.0	34	182.4	600.0	0.0	35	46.6	600.0	124.0
36	0.0	700.0	0.0	39	182.4	700.0	0.0	40	46.6	700.0	124.0
41	0.0	800.0	0.0	44	182.4	800.0	0.0	45	46.6	800.0	124.0
46	0.0	900.0	0.0	49	182.4	900.0	0.0	50	46.6	900.0	124.0
51	0.0	1000.0	0.0	54	182.4	1000.0	0.0	55	46.6	1000.0	124.0
56	61.4	1000.0	110.5	57	164.8	0.0	16.1	58	61.4	0.0	110.5
59	164.8	100.0	16.1	60	61.4	100.0	110.5	61	164.8	200.0	16.1
62	61.4	200.0	110.5	63	164.8	300.0	16.1	64	61.4	300.0	110.5
65	164.8	400.0	16.1	66	61.4	400.0	110.5	67	164.8	500.0	16.1
68	61.4	500.0	110.5	69	164.8	600.0	16.1	70	61.4	600.0	110.5
71	164.8	700.0	16.1	72	61.4	700.0	110.5	73	164.8	800.0	16.1
74	61.4	800.0	110.5	75	164.8	900.0	16.1	76	61.4	900.0	110.5
77	164.8	1000.0	16.1								

Nodo	X	Y	Z	Note
	cm	cm	cm	
2	6.0	0.0	0.0	v=111111
3	162.4	0.0	0.0	v=111111
7	6.0	100.0	0.0	v=111111
8	162.4	100.0	0.0	v=111111
12	6.0	200.0	0.0	v=111111
13	162.4	200.0	0.0	v=111111
17	6.0	300.0	0.0	v=111111
18	162.4	300.0	0.0	v=111111
22	6.0	400.0	0.0	v=111111
23	162.4	400.0	0.0	v=111111
27	6.0	500.0	0.0	v=111111
28	162.4	500.0	0.0	v=111111
32	6.0	600.0	0.0	v=111111
33	162.4	600.0	0.0	v=111111
37	6.0	700.0	0.0	v=111111
38	162.4	700.0	0.0	v=111111
42	6.0	800.0	0.0	v=111111
43	162.4	800.0	0.0	v=111111
47	6.0	900.0	0.0	v=111111
48	162.4	900.0	0.0	v=111111
52	6.0	1000.0	0.0	v=111111
53	162.4	1000.0	0.0	v=111111

C.2.3. Modellazione struttura – elementi trave

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.
Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.
Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.
1	Trave	1	2	10	16
2	Trave	2	3	10	16
3	Trave	3	4	10	16
4	Trave	51	50	11	17
5	Trave	1	5	10	16
6	Trave	6	7	10	16
7	Trave	7	8	10	16
8	Trave	8	9	10	16
9	Trave	57	4	11	16
10	Trave	6	10	10	16
11	Trave	11	12	10	16
12	Trave	12	13	10	16
13	Trave	13	14	10	16
14	Trave	75	77	11	18
15	Trave	11	15	10	16
16	Trave	16	17	10	16
17	Trave	17	18	10	16
18	Trave	18	19	10	16
19	Trave	58	57	11	16
20	Trave	16	20	10	16
21	Trave	21	22	10	16
22	Trave	22	23	10	16
23	Trave	23	24	10	16
24	Trave	5	58	11	16
25	Trave	21	25	10	16
26	Trave	26	27	10	16
27	Trave	27	28	10	16
28	Trave	28	29	10	16
29	Trave	41	50	11	17
30	Trave	26	30	10	16
31	Trave	31	32	10	16
32	Trave	32	33	10	16
33	Trave	33	34	10	16
34	Trave	46	45	11	17
35	Trave	31	35	10	16
36	Trave	36	37	10	16
37	Trave	37	38	10	16
38	Trave	38	39	10	16
39	Trave	41	40	11	17
40	Trave	36	40	10	16
41	Trave	41	42	10	16
42	Trave	42	43	10	16
43	Trave	43	44	10	16
44	Trave	31	40	11	17
45	Trave	41	45	10	16
46	Trave	46	47	10	16
47	Trave	47	48	10	16
48	Trave	48	49	10	16
49	Trave	36	35	11	17

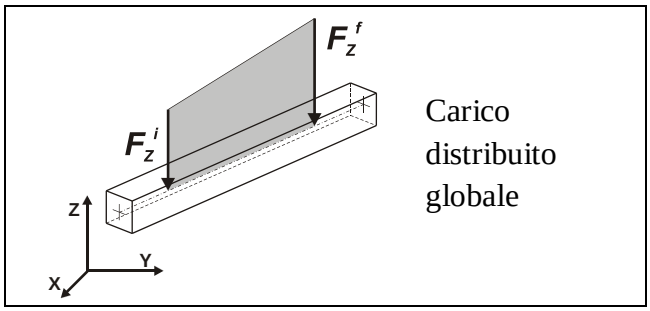
50	Trave	46	50	10	16
51	Trave	51	52	10	16
52	Trave	52	53	10	16
53	Trave	53	54	10	16
54	Trave	31	30	11	17
55	Trave	51	55	10	16
56	Trave	6	5	11	17
57	Trave	1	10	11	17
58	Trave	11	10	11	17
59	Trave	16	15	11	17
60	Trave	11	20	11	17
61	Trave	26	25	11	17
62	Trave	21	20	11	17
63	Trave	21	30	11	17
64	Trave	59	9	11	16
65	Trave	60	59	11	16
66	Trave	10	60	11	16
67	Trave	61	14	11	16
68	Trave	62	61	11	16
69	Trave	15	62	11	16
70	Trave	63	19	11	16
71	Trave	64	63	11	16
72	Trave	20	64	11	16
73	Trave	65	24	11	16
74	Trave	66	65	11	16
75	Trave	25	66	11	16
76	Trave	67	29	11	16
77	Trave	68	67	11	16
78	Trave	30	68	11	16
79	Trave	69	34	11	16
80	Trave	70	69	11	16
81	Trave	35	70	11	16
82	Trave	71	39	11	16
83	Trave	72	71	11	16
84	Trave	40	72	11	16
85	Trave	73	44	11	16
86	Trave	74	73	11	16
87	Trave	45	74	11	16
88	Trave	75	49	11	16
89	Trave	76	75	11	16
90	Trave	50	76	11	16
91	Trave	77	54	11	16
92	Trave	56	77	11	16
93	Trave	55	56	11	16
94	Trave	58	60	11	18
95	Trave	60	62	11	18
96	Trave	62	64	11	18
97	Trave	64	66	11	18
98	Trave	66	68	11	18
99	Trave	68	70	11	18
100	Trave	70	72	11	18
101	Trave	72	74	11	18
102	Trave	74	76	11	18
103	Trave	76	56	11	18
104	Trave	57	59	11	18
105	Trave	59	61	11	18
106	Trave	61	63	11	18
107	Trave	63	65	11	18
108	Trave	65	67	11	18
109	Trave	67	69	11	18
110	Trave	69	71	11	18
111	Trave	71	73	11	18
112	Trave	73	75	11	18

C.2.4. Modellazione delle azioni

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi

strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo.

3	**carico distribuito globale su elemento tipo trave** 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico)



Tipocarico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	DG:xi=0.0 xf=100.00 Fzi=-0.14 Fzf=-0.14	0.0	0.0	0.0	-0.14	0.0	0.0	0.0
		100.00	0.0	0.0	-0.14	0.0	0.0	0.0
2	DG:xi=0.0 xf=100.00 Fxf=0.34 Fzi=0.58 Fzf=0.58	0.0	0.34	0.0	0.58	0.0	0.0	0.0
		100.00	0.34	0.0	0.58	0.0	0.0	0.0
3	DG:xi=0.0 xf=100.00 Fzi=-0.24 Fzf=-0.24	0.0	0.0	0.0	-0.24	0.0	0.0	0.0
		100.00	0.0	0.0	-0.24	0.0	0.0	0.0

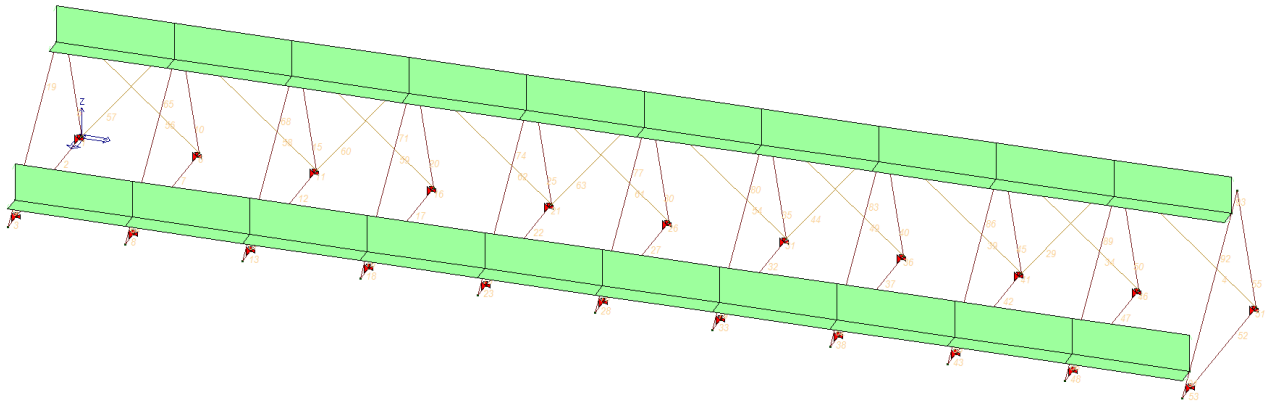


Figura 3 : Carichi distribuiti - Vento

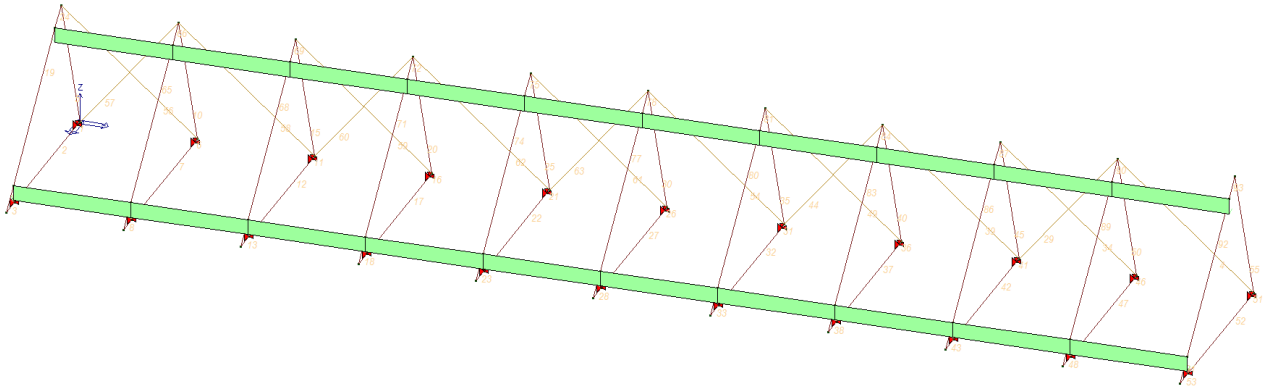


Figura 4 : Carichi distribuiti - Neve

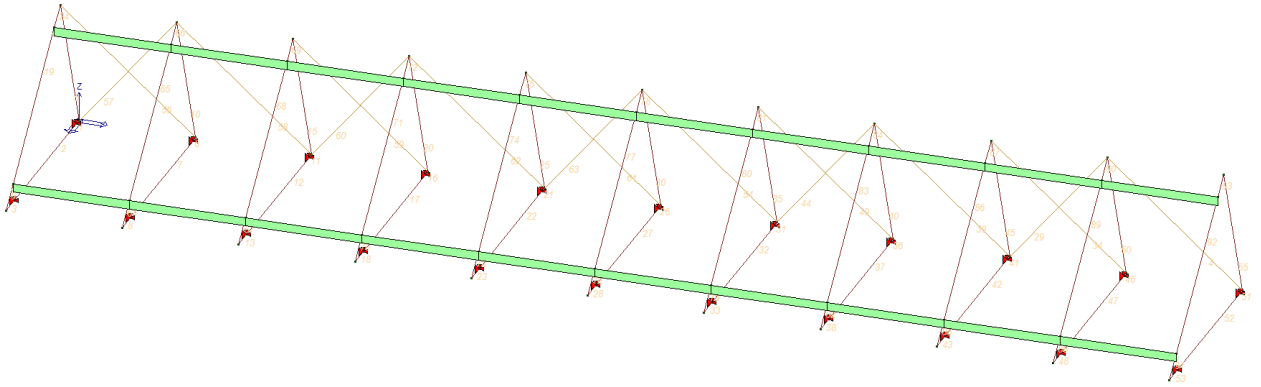


Figura 5 : Carichi distribuiti - Peso pannelli

C.2.5. Schematizzazione casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.
Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	Sigla	***Tipo***	***Descrizione***
1	**Ggk**	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	**Gk**	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	**Qk**	NA	caso di carico con azioni variabili
4	**Gsk**	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	**Qsk**	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	**Qnk**	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	**Qtk**	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	**Qvk**	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	**Esk**	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	**Edk**	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	**Pk**	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:
7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;
9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.
Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso: *Numero Tipo* e *Sigla identificativa*, *Valore di riferimento* del caso di carico (se previsto).
In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.
Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Qk	CDC = VENTO	D2 : 14 Azione : DG:xi=0.0 xf=100.00 Fxf=0.34 Fzi=0.58 Fzf=0.58
			D2 :da 94 a 112 Azione : DG:xi=0.0 xf=100.00 Fxf=0.34 Fzi=0.58 Fzf=0.58
3	Qk	CDC = NEVE	D2 : 14 Azione : DG:xi=0.0 xf=100.00 Fzi=-0.24 Fzf=-0.24
			D2 :da 94 a 112 Azione : DG:xi=0.0 xf=100.00 Fzi=-0.24 Fzf=-0.24
4	Gk	CDC=Peso pannelli	D2 : 14 Azione : DG:xi=0.0 xf=100.00 Fzi=-0.14 Fzf=-0.14
			D2 :da 94 a 112 Azione : DG:xi=0.0 xf=100.00 Fzi=-0.14 Fzf=-0.14

C.2.6. Definizione delle combinazioni

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.
La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa.* Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 13	
2	SLU	Comb. SLU A1 14	
3	SLU	Comb. SLU A1 15	
4	SLU	Comb. SLU A1 16	
5	SLU	Comb. SLU A1 17	
6	SLU	Comb. SLU A1 18	
7	SLU	Comb. SLU A1 19	
8	SLU	Comb. SLU A1 20	
9	SLU	Comb. SLU A1 21	
10	SLU	Comb. SLU A1 22	
11	SLU	Comb. SLU A1 23	
12	SLU	Comb. SLU A1 24	
13	SLU	Comb. SLU A1 25	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
14	SLU	Comb. SLU A1 26	
15	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 19	
16	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 20	
17	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 21	
18	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 22	
19	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 23	
20	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 24	
21	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 25	
22	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 26	
23	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 27	
24	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 28	
25	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 29	
26	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 30	
27	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 31	
28	SLU (Terr. G)	Comb. SLU TIPO EQU 32	
29	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 29	
30	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 30	
31	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 31	
32	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 32	
33	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 33	
34	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 34	
35	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 35	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...
1	1.30	0.0	0.0	1.30
2	1.30	0.0	0.75	1.30
3	1.30	1.50	0.0	1.30
4	1.30	1.50	0.75	1.30
5	1.00	0.0	0.0	1.00
6	1.00	0.0	0.75	1.00
7	1.00	1.50	0.0	1.00
8	1.00	1.50	0.75	1.00
9	1.30	0.0	1.50	1.30
10	1.30	0.90	0.0	1.30
11	1.30	0.90	1.50	1.30
12	1.00	0.0	1.50	1.00
13	1.00	0.90	0.0	1.00
14	1.00	0.90	1.50	1.00
15	1.10	0.0	0.0	1.10
16	1.10	0.0	0.75	1.10
17	1.10	1.50	0.0	1.10
18	1.10	1.50	0.75	1.10
19	0.90	0.0	0.0	0.90
20	0.90	0.0	0.75	0.90
21	0.90	1.50	0.0	0.90
22	0.90	1.50	0.75	0.90
23	1.10	0.0	1.50	1.10
24	1.10	0.90	0.0	1.10
25	1.10	0.90	1.50	1.10
26	0.90	0.0	1.50	0.90
27	0.90	0.90	0.0	0.90
28	0.90	0.90	1.50	0.90
29	1.00	0.0	0.0	1.00
30	1.00	0.0	0.50	1.00
31	1.00	1.00	0.0	1.00
32	1.00	1.00	0.50	1.00
33	1.00	0.0	1.00	1.00

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...
34	1.00	0.60	0.0	1.00
35	1.00	0.60	1.00	1.00

C.2.7. Risultati grafici

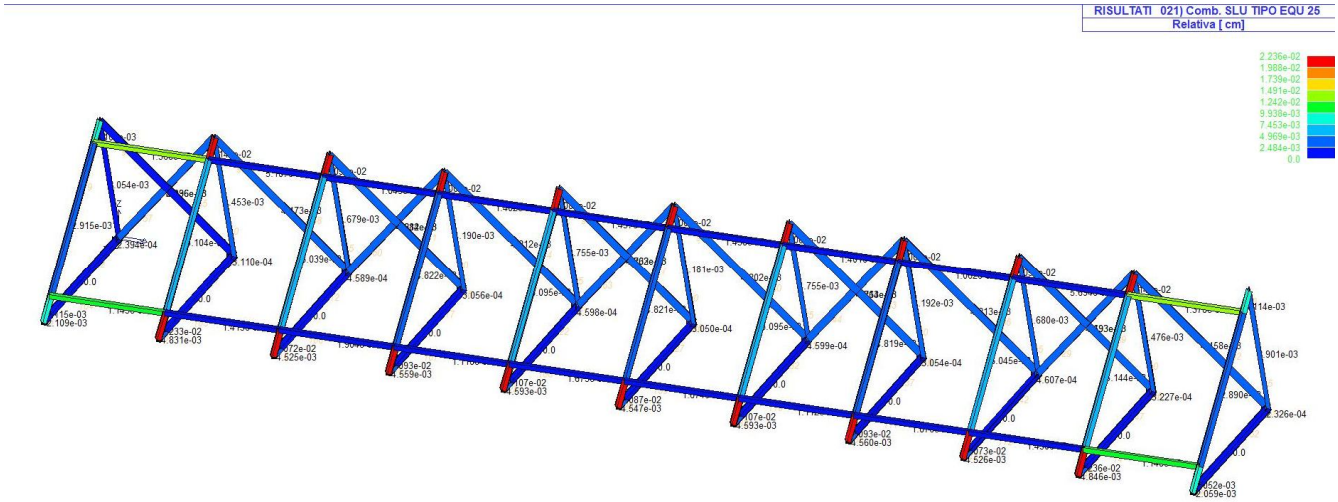


Figura 6 : Deformata relativa

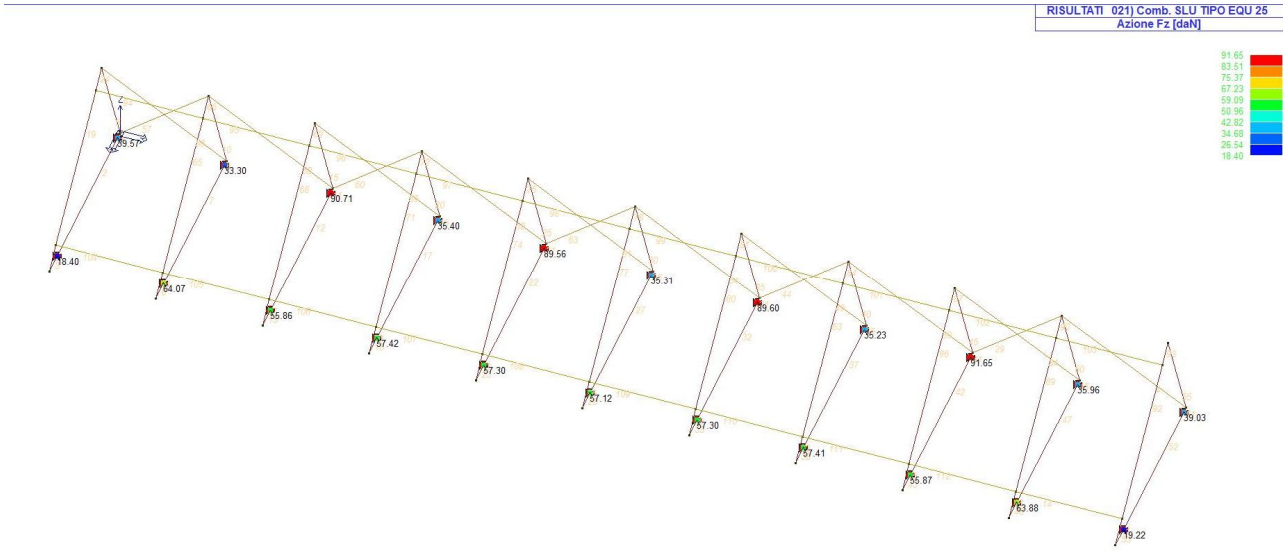


Figura 7 : Azione verticale sui vincoli

La trazione massima sui vincoli posteriori risulta pari a 90 kg. Si sistemeranno zavorre per 120 kg. Sui vincoli anteriori la trazione massima risulta pari a 62 kg. Si sistemeranno zavorre per 80 kg.

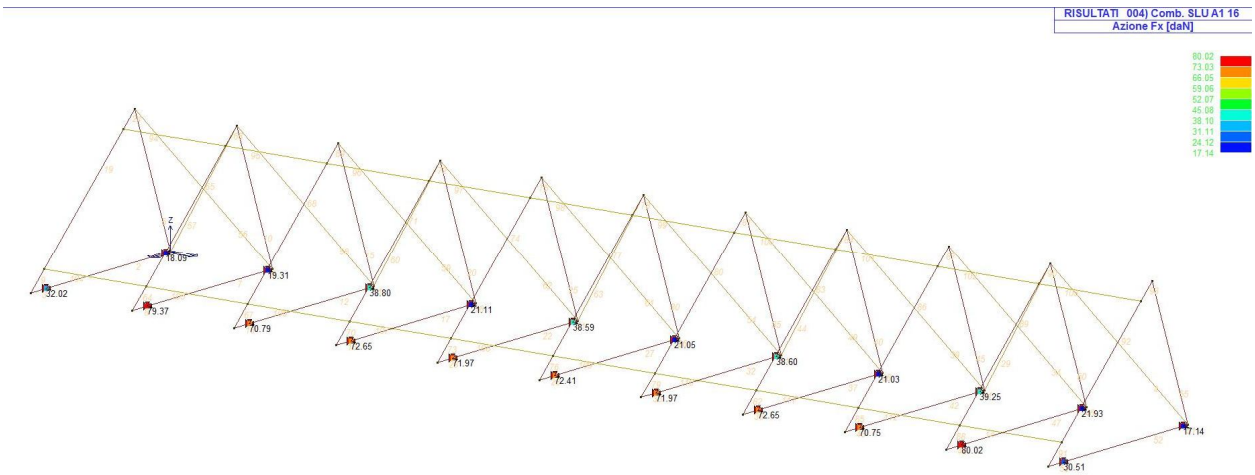


Figura 8 : Azione orizzontale sui vincoli

L'azione massima orizzontale sui vincoli risulta pari a 102,56 daN.
Ipotizzando un coefficiente di attrito tra zavorre e substrato pari a 0,65, la componente orizzontale delle forze peso dovute alle zavorre risulta essere pari a 130 daN. La verifica per scorrimento risulta soddisfatta.

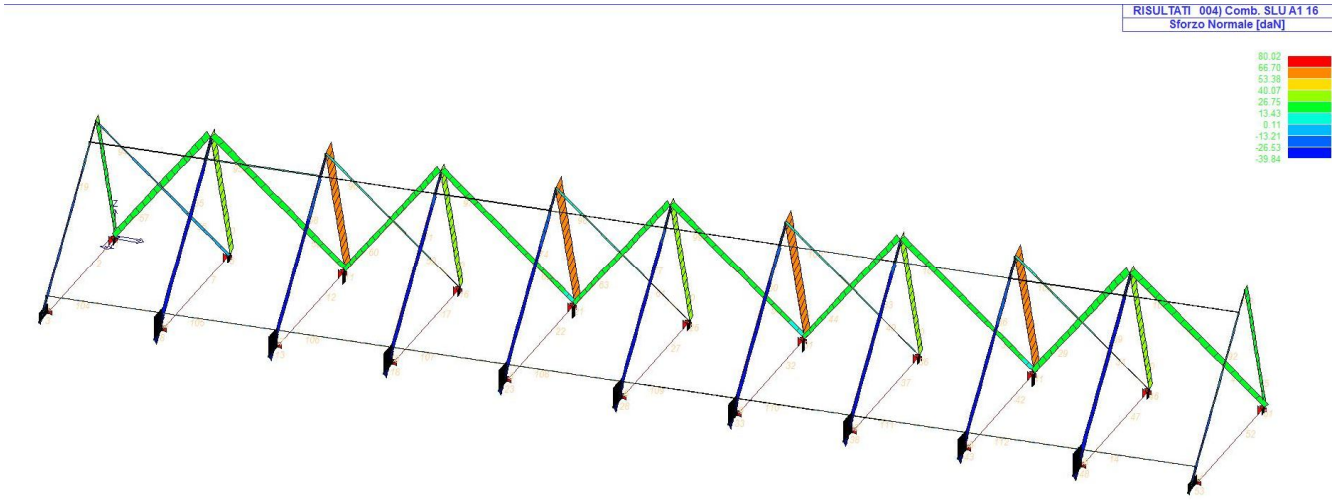


Figura 9 : Sforzo Normale

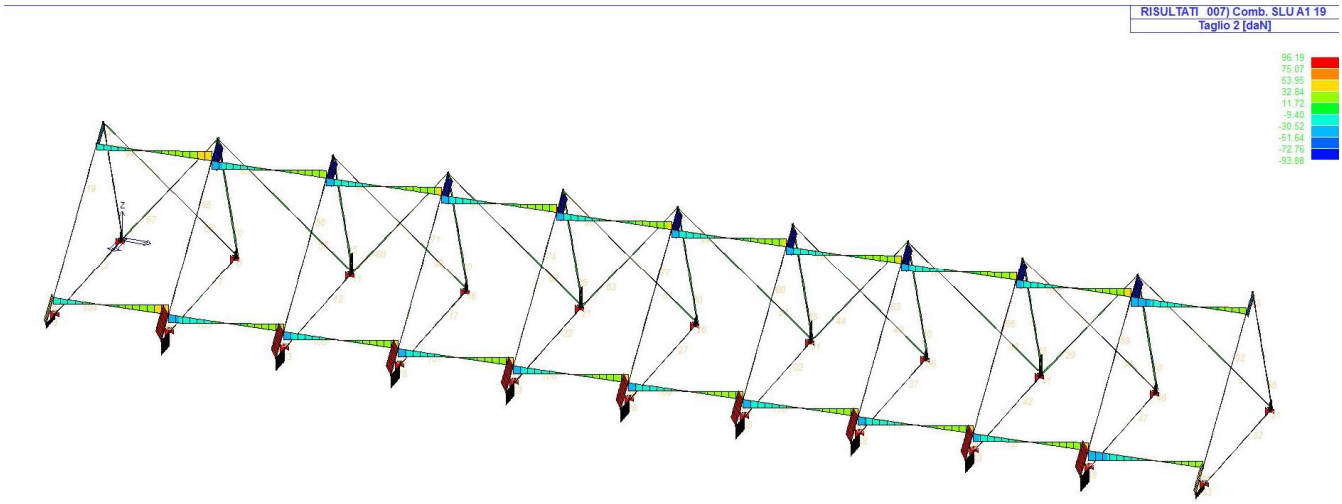


Figura 10 : Taglio – Max 96,19

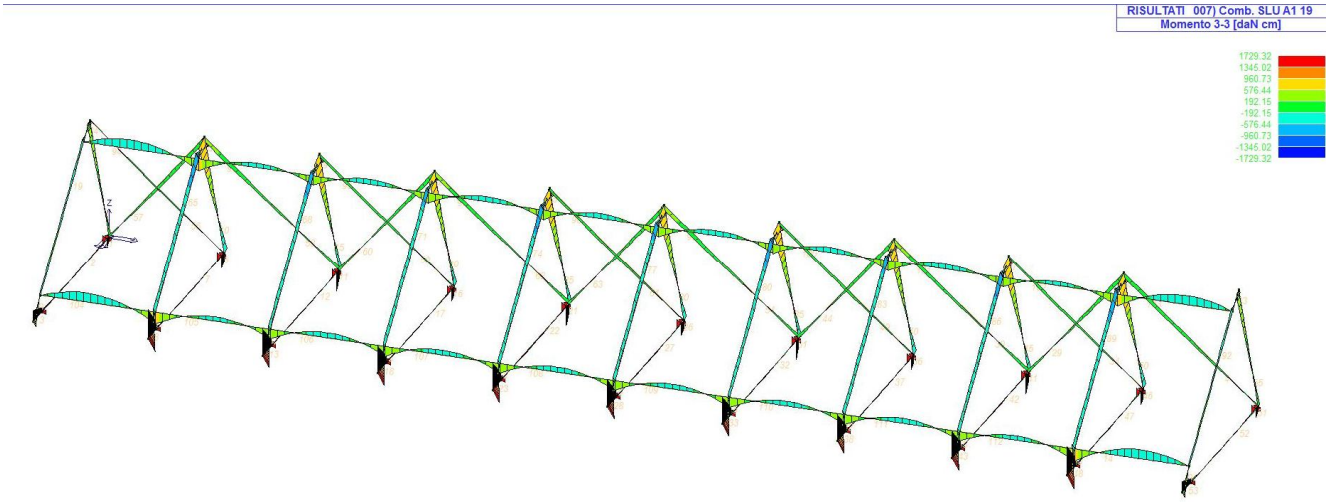


Figura 11 : Massimo momento flettente – max 1729,32 daNcm

C.2.8. Verifiche per elementi acciaio

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:
1. **aste** 2. **travi** 3. **pilastri**
L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato

Ok: verifica con esito positivo
NV: verifica con esito negativo
Nr: verifica non richiesta.

Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.
Ai fini delle verifiche (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

Verifica		**Aste**	**Travi**	**Pilastri**
4.2.3.1	Classificazione	X	X	X
4.2.4.1.2	Trazione, Compressione	X	X	X
	Taglio, Torsione		X	X
	Flessione,taglio e forza assiale		X	X
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	X	X	X
4.2.4.1.3.2	Instabilità flesso-torsionale		X	X
4.2.4.1.3.3	Membrature inflesse e compresse		X	X

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617 per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

Verifica		**Travi**	**Pilastri**
4.2.4.1.2	Trazione, Compressione	X	X
	Taglio, Torsione		X
	Flessione,taglio e forza assiale	X	X
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	X	X
4.2.4.1.3.2	Instabilità flesso-torsionale		X
7.5.3	Sfruttamento per momento	X	
7.5.4	Sfruttamento per sforzo normale	X	
7.5.5	Sfruttamento per taglio da capacità flessionale	X	
7.5.9	Sfruttamento per taglio amplificato		X

Viene inoltre riportata la verifica del par. 7.5.4.3 Gerarchia delle resistenze trave-colonna per ogni colonna, considerando piede e testa in entrambe le direzioni globali X e Y.

L' insieme delle verifiche soprariportate è condotto sugli elementi purchè dotati di sezione idonea come da tabella seguente:

Azione		SEZIONI GENERICHE	PROFILI SEMPLICI	PROFILI ACCOPPIATI
4.2.3.1	Classificazione automatica	L, doppio T, C, rettangolare cava, circolare cava	Tutti	Da profilo semplice
4.2.3.1	Classificazione di default 2	Circolare		
4.2.3.1	Classificazione di default 3	restanti		
4.2.4.1.2	Trazione	si	si	si
4.2.4.1.2	Compressione	si	si	si
4.2.4.1.2	Taglio, Torsione	si	si	si
4.2.4.1.2	Flessione,taglio e forza assiale	si	si	si
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	si	si	per elementi ravvicinati e a croce o coppie calstrellate
4.2.4.1.3.2	Travi inflesse	doppio T simmetrica	doppio T	no

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sottoindicato; le verifiche sono espresse dal rapporto tra l' azione di progetto e la capacità ultima, pertanto la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all' unità.

Asta **Trave** **Pilastro**	numero dell'elemento
Stato	codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento
Note	sezione e materiali adottati per l'elemento
V N	(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)
V V/T	(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione
V N/M	(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte con riduzione per taglio (4.2.41) ove richiesto
N **M3** **M2** **V2** **V3** **T**	sollecitazioni di interesse per la verifica
V stab	(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42)
V stab	(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flesso-torsionale
BetaxL **B22xL** **B33xL**	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)
Snellezza	snellezza massima
Classe	classe del profilo
Chi mn	coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente
Rif. cmb	combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati
V flst	(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.29)
B1-1 x L	Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali
Chi LT	coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flesso-torsionale
Snell adim	Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5

v.Omeg	Valore del rapporto capacità/domanda per l' azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l' amplificazione delle azioni
f.Om. N	Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5
f.Om. T	Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4
V.7.5.3 M Ed	Verifica come prevista al punto 7.5.3 e valore dell' azione flettente
V.7.5.4 N Ed	Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell' azione assiale
V.7.5.5 V Ed,G V Ed,M	Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità
V.7.5.9 V Ed	Verifica come prevista al punto 7.5.9 e valore dell' azione di taglio
sovr. Xi (Xf, Yi, Yf)	Valore della sovraresistenza come prevista al par. 7.5.4.3 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd classe di duttilità)

Trave	**Stato**	**Note**	**V V/T**	**V N/M**	**V stab**	**Classe**	**B22x L**	**B33x L**	**Snellezza**	**Chi mn**	**V flst**	**B11x L**	**Chi LT**	**Rif. cmb**
							cm					cm		
1	ok	s=16,m=10	0.01	0.08	0.07	3	10.0	10.0	8.9	1.00				3,7,7,0
2	ok	s=16,m=10	9.86e-04	0.01		3								1,1,0,0
3	ok	s=16,m=10	0.01	0.08		3								9,7,0,0
4	ok	s=17,m=11	1.42e-03	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84	6.48e-03	10.0	0.98	7,7,9,11
5	ok	s=16,m=10	1.39e-03	0.05	0.03	3	10.0	10.0	8.9	1.00				3,7,9,0
6	ok	s=16,m=10	0.01	0.07	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
7	ok	s=16,m=10	9.86e-04	0.01		3								1,1,0,0
8	ok	s=16,m=10	0.02	0.19		3								9,7,0,0
9	ok	s=16,m=11	0.01	0.06	0.05	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
10	ok	s=16,m=10	3.03e-03	0.11	0.04	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
11	ok	s=16,m=10	0.02	0.12	0.12	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
12	ok	s=16,m=10	9.86e-04	0.01		3								1,1,0,0
13	ok	s=16,m=10	0.02	0.17		3								9,7,0,0
14	ok	s=18,m=11	0.01	0.08	0.05	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,4,0
15	ok	s=16,m=10	2.83e-03	0.12	0.05	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
16	ok	s=16,m=10	9.57e-03	0.08	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
17	ok	s=16,m=10	9.86e-04	0.01		3								1,1,0,0
18	ok	s=16,m=10	0.02	0.17		3								9,7,0,0
19	ok	s=16,m=11	7.43e-04	0.03	0.03	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
20	ok	s=16,m=10	2.81e-03	0.10	0.04	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
21	ok	s=16,m=10	0.02	0.12	0.12	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
22	ok	s=16,m=10	9.86e-04	0.01		3								1,1,0,0
23	ok	s=16,m=10	0.02	0.17		3								9,7,0,0
24	ok	s=16,m=1	0.01	0.04	0.03	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0

		1												
25	ok	s=16,m=1 0	2.88e- 03	0.12	0.05	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
26	ok	s=16,m=1 0	9.59e- 03	0.08	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
27	ok	s=16,m=1 0	9.86e- 04	0.01		3								1,1,0,0
28	ok	s=16,m=1 0	0.02	0.17		3								9,7,0,0
29	ok	s=17,m=1 1	1.44e- 03	0.02	0.02	3	10.0	10.0	43.3	0.84	0.01	10.0	1.00	7,7,9,1
30	ok	s=16,m=1 0	2.81e- 03	0.10	0.04	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
31	ok	s=16,m=1 0	0.02	0.12	0.12	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
32	ok	s=16,m=1 0	9.86e- 04	0.01		3								1,1,0,0
33	ok	s=16,m=1 0	0.02	0.17		3								9,7,0,0
34	ok	s=17,m=1 1	1.28e- 03	0.01	8.75e- 03	3	10.0	10.0	43.3	0.84	6.34e- 03	10.0	0.99	7,7,9,1 1
35	ok	s=16,m=1 0	2.88e- 03	0.12	0.05	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
36	ok	s=16,m=1 0	9.61e- 03	0.08	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
37	ok	s=16,m=1 0	9.86e- 04	0.01		3								1,1,0,0
38	ok	s=16,m=1 0	0.02	0.17		3								9,7,0,0
39	ok	s=17,m=1 1	1.67e- 03	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84				7,7,9,0
40	ok	s=16,m=1 0	2.81e- 03	0.10	0.04	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
41	ok	s=16,m=1 0	0.02	0.12	0.12	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
42	ok	s=16,m=1 0	9.86e- 04	0.01		3								1,1,0,0
43	ok	s=16,m=1 0	0.02	0.17		3								9,7,0,0
44	ok	s=17,m=1 1	1.34e- 03	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84	0.01	10.0	1.00	7,7,9,1
45	ok	s=16,m=1 0	2.83e- 03	0.12	0.05	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
46	ok	s=16,m=1 0	9.77e- 03	0.08	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
47	ok	s=16,m=1 0	9.86e- 04	0.01		3								1,1,0,0
48	ok	s=16,m=1 0	0.02	0.19		3								9,7,0,0
49	ok	s=17,m=1 1	1.28e- 03	0.01	8.91e- 03	3	10.0	10.0	43.3	0.84	6.25e- 03	10.0	1.00	7,7,9,1 1
50	ok	s=16,m=1 0	3.03e- 03	0.11	0.04	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
51	ok	s=16,m=1 0	0.01	0.08	0.07	3	10.0	10.0	8.9	1.00				3,7,7,0
52	ok	s=16,m=1 0	9.86e- 04	0.01		3								1,1,0,0
53	ok	s=16,m=1 0	0.01	0.08		3								9,7,0,0
54	ok	s=17,m=1 1	1.66e- 03	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84				7,7,9,0
55	ok	s=16,m=1 0	1.38e- 03	0.05	0.02	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
56	ok	s=17,m=1 1	6.66e- 04	8.21e- 03	6.72e- 03	3	10.0	10.0	43.3	0.84	6.26e- 03	10.0	0.98	7,9,9,3
57	ok	s=17,m=1 1	1.13e- 03	0.02	0.02	3	10.0	10.0	43.3	0.84	5.42e- 03	10.0	0.98	7,7,9,1 1
58	ok	s=17,m=1 1	1.74e- 03	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84				7,7,9,0
59	ok	s=17,m=1 1	1.26e- 03	0.01	8.78e- 03	3	10.0	10.0	43.3	0.84	6.24e- 03	10.0	1.00	7,7,9,1 1
60	ok	s=17,m=1	1.35e-	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84	0.01	10.0	1.00	7,7,9,1

		1	03											
61	ok	s=17,m=1 1	1.28e-03	0.01	8.89e-03	3	10.0	10.0	43.3	0.84	6.25e-03	10.0	1.00	7,7,9,1 1
62	ok	s=17,m=1 1	1.66e-03	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84				7,7,9,0
63	ok	s=17,m=1 1	1.34e-03	0.02	0.01	3	10.0	10.0	43.3	0.84	0.01	10.0	1.00	7,7,9,1
64	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.16	0.12	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
65	ok	s=16,m=1 1	8.77e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
66	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.11	0.09	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
67	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.14	0.11	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
68	ok	s=16,m=1 1	9.31e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
69	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.10	0.07	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
70	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.14	0.11	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
71	ok	s=16,m=1 1	8.72e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
72	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.10	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
73	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.14	0.11	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
74	ok	s=16,m=1 1	9.32e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
75	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.10	0.07	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
76	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.14	0.11	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
77	ok	s=16,m=1 1	8.73e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
78	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.10	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
79	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.14	0.11	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
80	ok	s=16,m=1 1	9.32e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
81	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.10	0.07	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
82	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.14	0.11	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
83	ok	s=16,m=1 1	8.73e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
84	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.10	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
85	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.14	0.11	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
86	ok	s=16,m=1 1	9.31e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
87	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.10	0.07	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
88	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.16	0.12	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
89	ok	s=16,m=1 1	8.82e-04	0.06	0.06	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,7,7,0
90	ok	s=16,m=1 1	0.02	0.11	0.08	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
91	ok	s=16,m=1 1	0.01	0.06	0.05	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,9,0
92	ok	s=16,m=1 1	7.60e-04	0.04	0.03	3	10.0	10.0	8.9	1.00				9,9,7,0
93	ok	s=16,m=1 1	0.01	0.04	0.03	3	10.0	10.0	8.9	1.00				7,7,7,0
94	ok	s=18,m=1 1	0.01	0.08		1								7,7,0,0
95	ok	s=18,m=1 1	0.01	0.08		1								7,7,0,0
96	ok	s=18,m=1	9.90e-	0.06		1								7,7,0,0

		1	03											
97	ok	s=18,m=1 1	9.82e- 03	0.07		1								7,7,0,0
98	ok	s=18,m=1 1	9.84e- 03	0.06	0.05	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,7,0
99	ok	s=18,m=1 1	9.81e- 03	0.06	0.02	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,9,0
100	ok	s=18,m=1 1	9.85e- 03	0.06	0.05	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,7,0
101	ok	s=18,m=1 1	9.87e- 03	0.06	0.02	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,10, 0
102	ok	s=18,m=1 1	0.01	0.08	0.06	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,7,0
103	ok	s=18,m=1 1	0.01	0.08	0.06	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,7,0
104	ok	s=18,m=1 1	0.01	0.08	0.05	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,4,0
105	ok	s=18,m=1 1	0.01	0.08	0.05	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,8,0
106	ok	s=18,m=1 1	9.83e- 03	0.06	0.04	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,4,0
107	ok	s=18,m=1 1	9.78e- 03	0.06	0.04	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,8,0
108	ok	s=18,m=1 1	9.75e- 03	0.06	0.04	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,4,0
109	ok	s=18,m=1 1	9.77e- 03	0.06	0.04	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,8,0
110	ok	s=18,m=1 1	9.77e- 03	0.06	0.04	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,4,0
111	ok	s=18,m=1 1	9.85e- 03	0.06	0.04	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,8,0
112	ok	s=18,m=1 1	0.01	0.08	0.05	1	10.0	10.0	6.6	1.00				7,7,4,0

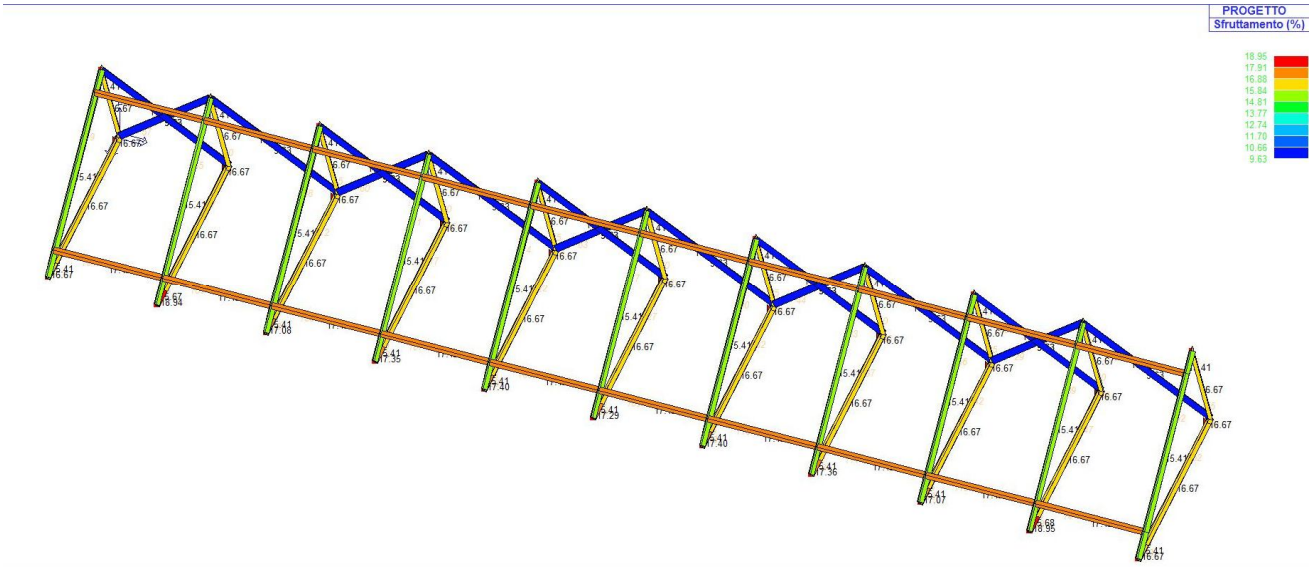


Figura 12 : Sfruttamento (%) – max 18,95%

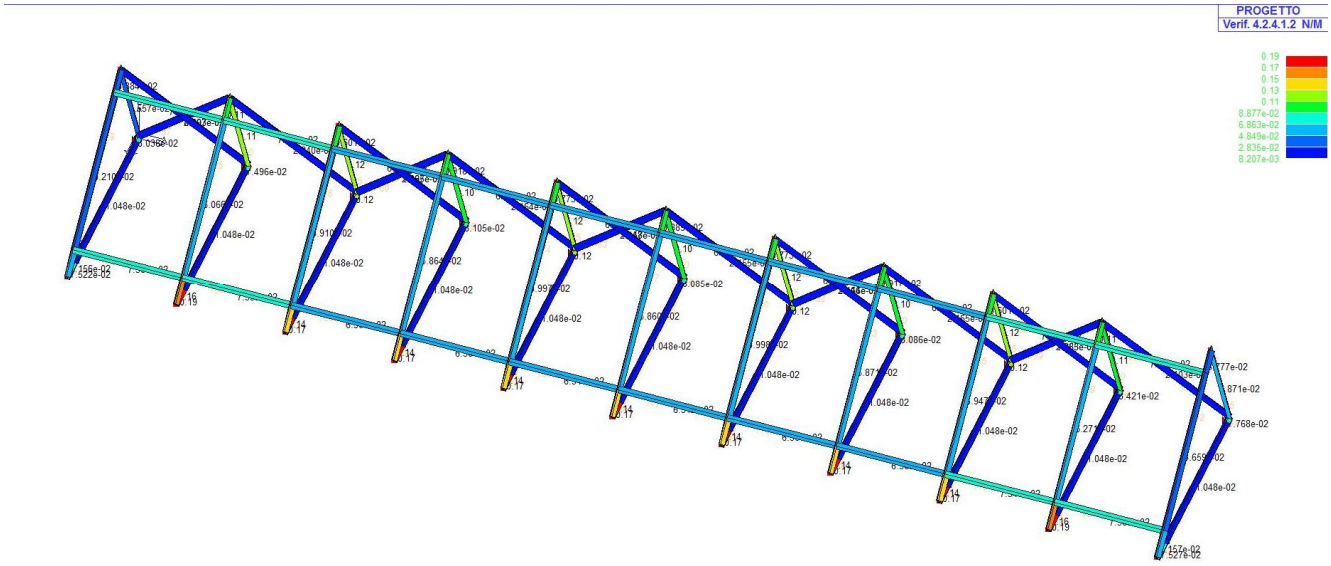


Figura 13 : Verifica N/M

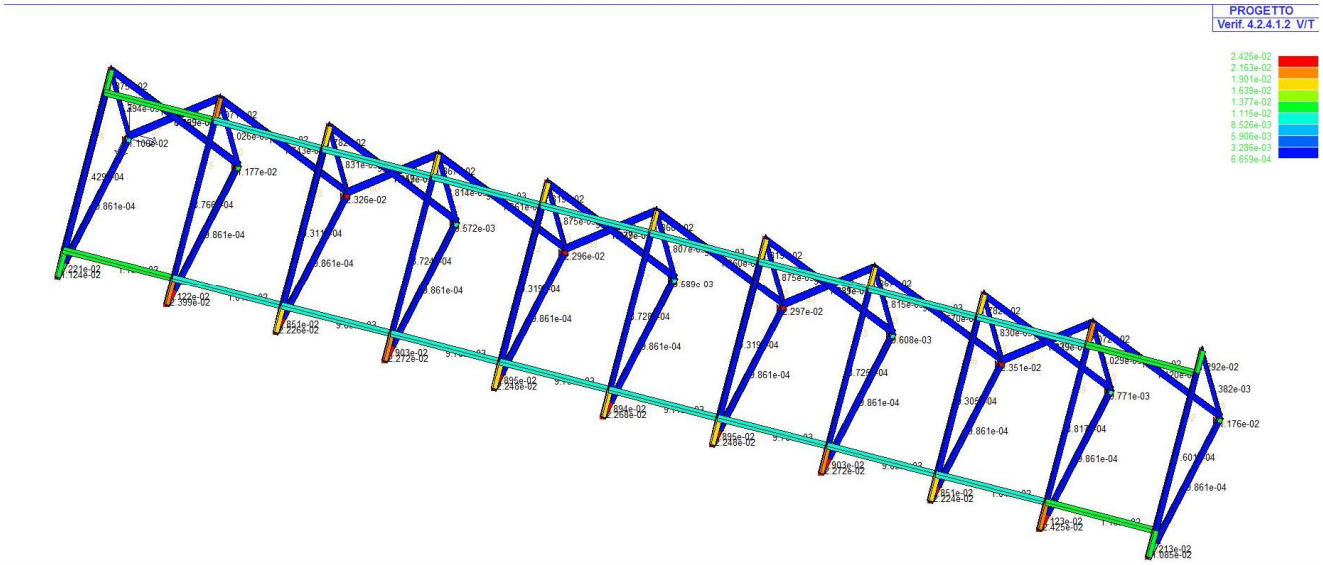


Figura 14 : Verifica V/T

D. Materiali

D.1. Caratteristiche

- Alluminio: 6060 T6 secondo UNI EN 9006/01, Carico uniterio di rottura a trazione R_m=205 MPa, carico di snervamento $R_{p0.2}$ =165 MPa, allungamento a rottura 20%.
- acciaio per carpenteria S 275 secondo UNI EN 10024-2 e DM 14/01/2008
- acciaio per bulloni e chiodi classe 8.8

Vedere tavola particolari. I dettagli costruttivi dovranno essere confermati dalla ditta fornitrice degli elementi costituenti la struttura di supporto.